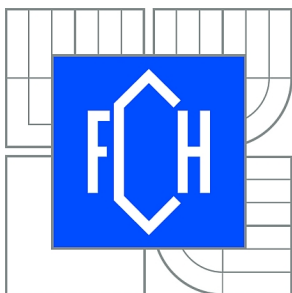




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ
ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ
FACULTY OF CHEMISTRY
INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

STANOVENÍ AROMATICKY AKTIVNÍCH LÁTEK V NETRADIČNÍCH TYPECH DROBNÉHO OVOCE

ASSESSMENT OF AROMA ACTIVE COMPOUNDS IN UNCONVENTIONAL FRUIT TYPES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MARCELA MELIKANTOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. EVA VÍTOVÁ, Ph.D.

BRNO 2012



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta chemická
Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12

Zadání bakalářské práce

Číslo bakalářské práce:	FCH-BAK0653/2011	Akademický rok: 2011/2012
Ústav:	Ústav chemie potravin a biotechnologií	
Student(ka):	Marcela Melikantová	
Studijní program:	Chemie a technologie potravin (B2901)	
Studijní obor:	Potravinářská chemie (2901R021)	
Vedoucí práce	Ing. Eva Vítová, Ph.D.	
Konzultanti:		

Název bakalářské práce:

Stanovení aromaticky aktivních látek v netradičních typech drobného ovoce

Zadání bakalářské práce:

1. Zpracujte literární přehled o:
 - složení a vlastnostech vybraných typů ovoce
 - stanovení aromaticky aktivních látek metodou SPME-GC v ovoci a ovocných šťávách
2. Pomocí metody SPME-GC identifikujte a kvantifikujte aromatické látky ve vybraných typech ovoce
3. Srovnajte aromatický profil vybraných typů ovoce

Termín odevzdání bakalářské práce: 4.5.2012

Bakalářská práce se odevzdává ve třech exemplářích na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu bakalářské práce. Toto zadání je přílohou bakalářské práce.

Marcela Melikantová
Student(ka)

Ing. Eva Vítová, Ph.D.
Vedoucí práce

doc. Ing. Jiřina Omelková, CSc.
Ředitel ústavu

V Brně, dne 31.1.2012

prof. Ing. Jaromír Havlica, DrSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Cieľom bakalárskej práce je stanovenie aromaticky aktívnych látok v netradičných typoch drobného ovocia, ako modelová vzorka bol vybraný rakytník rešetliakový (*Hippophaë rhamnoides* L.) .

Prvá časť tejto práce sa zaoberá všeobecným popisom rastliny, jej chemickým zložením a tiež aj využitím. Experimentálna časť práce sa zaoberá identifikáciou a kvantifikáciou aromaticky aktívnych látok vo vybraných odrodách rakytníka metódou SPME-GC-FID.

Celkovo bolo analyzovaných 11 odrôd. Odrodou s najvyšším obsahom identifikovaných aromatických látok bola odroda Krásna. Najčastejšie vyskytujúcimi sa zlúčeninami boli ethanol, 3-hydroxy-2-butanon, ethanal, butyl-ethanoát a kyselina ethanová.

ABSTRACT

The aim of this bachelor thesis is the assessment of aroma active compounds in unconventional fruit types, sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) was chosen as a model sample.

The first part is focused on the description of these plants, their chemical composition and use. The experimental part is focused on identification and quantification of aroma compounds in chosen cultivars of sea buckthorn using SPME-GC-FID method.

In total, eleven cultivars were analysed. The cultivar Krasna was found as having the most aromatical profile (the highest content of aroma compounds identified). Ethanol, 3-hydroxy-2-butanone, ethanal, butyl acetate and acetic acid were the most often occurring compounds.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

aromatické látky, Rakytník rešetliakový, SPME-GC

KEY WORDS

aroma compounds, Sea buckthorn, SPME-GC

MELIKANTOVÁ, M. *Stanovení aromaticky aktivních látek v netradičních typech drobného ovoce*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2012. 72 s. Vedúci bakalárskej práce Ing. Eva Vítová, Ph.D.

.

PREHLÁSENIE:

Prehlasujem, že som bakalársku prácu vypracovala samostatne a že všetky použité literárne zdroje boli správne a úplne citované. Bakalárska práca je z hľadiska obsahu majetkom Fakulty chemickej VUT v Brne a môže byť použitá ku komerčným účelom len so súhlasom vedúceho bakalárskej práce a dekana FCH VUT.

.....
podpis študenta

Podakovanie: Týmto spôsobom by som chcela poďakovať vedúcej mojej bakalárskej práce Ing. Eve Vítovej, Ph.D. za odborné vedenie, konzultácie a rady, ktoré mi počas písania bakalárskej práce poskytovala. Tiež by som chcela poďakovať RNDr. Milene Vespálcovej, Ph.D. a Ing. Ondrejovi Tarovskému za poskytnutie vzoriek na analýzu.

OBSAH

1	ÚVOD	7
2	TEORETICKÁ ČASŤ	8
2.1	Rakytník rešetliakový (<i>Hippophaë rhamnoides</i> L.)	8
2.1.1	Čo je Rakytník rešetliakový	8
2.1.2	História	9
2.1.3	Výskyt	10
2.1.4	Taxonómia	10
2.1.5	Chemické zloženie	11
2.1.5.1	Sacharidy	12
2.1.5.2	Mastné kyseliny	12
2.1.5.3	Flavonoidy	13
2.1.5.4	Steroly	14
2.1.5.5	Karotenoidy	14
2.1.5.6	Minerálne látky	14
2.1.6	Vitamín C	15
2.1.7	Vitamín E	15
2.1.8	Vitamín K	15
2.1.9	Rakytník v bežnom živote	16
2.1.9.1	Rakytník v potravinárstve	16
2.1.9.2	Rakytníkový olej	16
2.1.10	Rakytník v kozmetike	17
2.1.11	Rakytník ako výživový doplnok	17
2.1.12	Rakytník v medicíne	17
2.2	Plynová chromatografia (Gas chromatography GC)	18
2.2.1	Princíp plynovej chromatografie	18
2.3	Metóda SPME	19
2.3.1	Princíp metódy SPME	19
2.4	Aromaticky aktívne látky	21
2.4.1	Uhlíkovodíky	21
2.4.2	Alkoholy	22
2.4.3	Aldehydy	22
2.4.4	Ketóny	23
2.4.5	Kyseliny	23
2.4.6	Estery	23
2.4.7	Aromaticky aktívne látky v rakytníku	24
3	EXPERIMENTÁLNA ČASŤ	25
3.1	Laboratórne vybavenie	25
3.1.1	Chemikálie	25
3.1.2	Plyny	26
3.1.3	Prístroje	26
3.1.4	Pracovné pomôcky	26
3.2	Analyzované vzorky	27
3.2.1	Použité vzorky	27

3.2.2	Odber, uchovávanie, príprava vzoriek	27
3.3	Extrakcia aromatických zlúčenín.....	28
3.3.1	Podmienky SPME extrakcie	28
3.4	Metóda stanovenia aromaticky aktívnych látok	28
3.4.1	Podmienky analýzy GC.....	29
3.4.2	Výpočet koncentrácie štandardov	29
3.4.3	Výpočet koncentrácie AAL vo vzorke.....	29
4	VÝSLEDKY A DISKUSIA	29
4.1	Stanovenie aromatických aktívnych látok metódou SPME – GC	29
4.1.1	Identifikácia a kvantifikácia AAL.....	29
4.1.2	Obsah AAL v jednotlivých odrodách Rakytníka rešetliakového (<i>Hippophae rhamnoides</i> L.)	31
4.1.2.1	Odroda Aromat	32
4.1.2.2	Odroda Botanický	34
4.1.2.3	Odroda Buchlovický	35
4.1.2.4	Odroda Ljubitelna	37
4.1.2.5	Odroda Peterburský	38
4.1.2.6	Odroda Pavlovský	39
4.1.2.7	Odroda Vitaminová.....	41
4.1.2.8	Odroda Trofinovský	42
4.1.2.9	Odroda Krásna	44
4.1.2.10	Odroda Slniečko.....	45
4.1.2.11	Odroda Leicora	47
4.1.3	Porovnanie obsahu jednotlivých skupín AAL v odrodách	48
5	ZÁVER.....	54
6	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	55
7	POUŽITÉ SKRATKY A SYMBOLY	58
8	ZOZNAM PRÍLOH.....	59
9	PRÍLOHA	60

1 ÚVOD

Ovocné rastliny sa pestujú hlavne pre ich plody, ktoré sú zdrojom veľkého množstva nutrične významných látok. Medzi netradičný druh drobného ovocia sa zaraďuje napríklad aj Rakytník rešetliakový (*Hippophaë rhamnoides* L.). Rakytník sa pestuje ako úžitková, ale aj okrasná rastlina, ktorá vďaka svojmu pestrému chemickému zloženiu a vysokému obsahu vitamínov prospieva ľudskému organizmu.

Cieľom tejto práce v prvej časti je spracovanie literárnej rešerše a zhrnutie doterajších poznatkov zaoberajúcich sa všeobecným popisom rastliny, jej výskytom, ale aj chemickým zložením a využitím, či už v bežnom živote alebo potravinárskom priemysle. Následne experimentálna časť sa bude zaoberať identifikáciou a kvantifikáciou aromaticky aktívnych látok, ktoré sa podieľajú na tvorbe aromatického profilu 11 odrôd rakytníka rešetliakového. Tento aromatický profil je skúmaný za pomoci metódy SPME-GC-FID.

2 TEORETICKÁ ČASŤ

2.1 Rakytník rešetliakový (*Hippophaë rhamnoides* L.)

2.1.1 Čo je Rakytník rešetliakový

Rakytník rešetliakový je dvojdomá rastlina, ktorá sa pestuje ako ovocný opadavý ker. Dorastá do výšky 0,5 – 8 metrov. Jednotlivé konáre sú pokryté ostňami, pričom niektoré ruské odrody sú takmer bez trňov. Listy sú kopijovité 3 – 8 cm dlhé a 3 – 10 mm široké. Sfarbenie listov zo spodnej strany je strieborno zelené, vrchná strana listov je sýtozelená a lesklá [1, 2].



Obrázok 1 Ker Rakytníka rešetliakového [3]

Každá rastlina rakytníka vytvára buď samčie alebo samičie kvety na jednej rastline. Kvety sú malé a jednopohlavné. Samčie kvety sú zeleno-striebristé pokryté hnedými prípadne bielymi šupinkami usporiadané v krátkych kláskoch s dĺžkou 0,5–0,8 cm. Samičie kvety sú žltkavé bez lístkov a pokryté šupinami [1] .

Rakytník začína kvitnúť medzi aprílom a májom. Dĺžka kvitnutia sa pohybuje v závislosti od počasia 7 – 8 dní pri peknom počasí, pri nepriaznivom počasí je doba kvitnutia 10 – 11 dní. Plody sú guľovité alebo oválne bobule približne 5 – 10 mm dlhé a 3 – 5 mm široké. Hmotnosť plodov sa pohybuje od 0,5 – 0,9 g. Zvyčajná farba plodov je žltá, ale môže byť aj oranžová alebo červená. Plody sú na vetvičkách rozložené veľmi husto, čo spôsobuje komplikovaný zber. Chuťové vlastnosti sú rôzne v závislosti od jednotlivých druhov. Niektoré plody sú kyslé, iné zas horké prípadne sladké. Dužina plodov je oranžovo-olejovitá. Semená sú elipsovité až vajcovité 4 – 7 mm dlhé a 2,5 – 3,5 mm široké, tmavohnedé a lesklé. Hmotnosť semien je 1,4 – 1,9 g na 100 semien. Podiel semien na hmotnosti plodu je 3 – 10 % [1, 2].



Obrázok 2 Plody rakytníka [4]

2.1.2 História

Prvé zmienky o rakytníku rešetliakovom sa datujú do obdobia Tangovej dynastie (618–907 n.l.) kde sa používal v tradičnej medicíne [5]. Plody rakytníka boli využívané v tibetskej, mongolskej a čínskej tradičnej medicíne.

Latinské pomenovanie rakytníka rešetliakového znamená lesklý kôň. *hippo* = koň, *phoas* = lesklý, žiarivý. Toto pomenovanie dostal v Grécku kde obyvatelia používali rakytník ako krmivo pre zvieratá. Kone kŕmené listami a vetvičkami pribrali na váhe a mali lesklú srst' [6]. Najväčšiu pozornosť pútal rakytník v Rusku, pretože ako jediný ovocný druh prežíval a dával plody aj v nepriaznivých klimatických podmienkach. Na začiatku 20. storočia začal narastať význam rakytníka, hlavne po tom čo bol zistený obsah účinných látok v plodoch. Prvá ruská odroda bola vyšľachtená v roku 1943 v Altaji. Prvá továreň na výrobu rakytníkového oleja vznikla v roku 1949 v ruskom meste Bijsk [1,2].

V dnešnej dobe sa rakytník používa hlavne ako výživový doplnok a nájdeme ho aj v rôznych kozmetických výrobkoch.

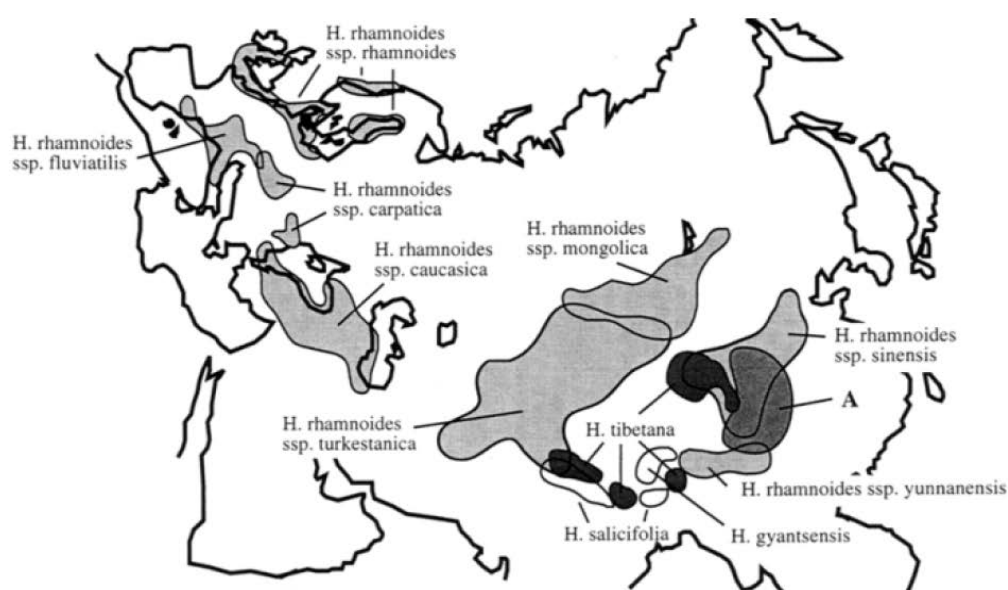


Obrázok 3 Rakytník rešetliakový (*Hippophaë rhamnoides* L.) [7]

2.1.3 Výskyt

Pôvodnou oblasťou, v ktorej sa rakytník vyskytoval, bola Ázia a veľmi široký euroázijský areál v rôznych nadmorských výškach. Medzi Euroázijské krajiny v ktorých sa rakytník vyskytuje patria Rusko, India, Čína, Nepál, Pakistan, Tibet [8]. Pôvodné porasty sa vyskytovali v západnej Európe na pobrežiach morí a v oblasti horských riek v krajinách ako sú Nemecko, Švajčiarsko, Rakúsko, Francúzsko, Poľsko, Fínsko. Rakytník bol tiež nájdený v severozápadnom Nórsku a Švédsku, hlavne v Botnickom zálive [1].

Rakytník rešetliakový je svetlomilným druhom, ktorý neznáša zatienenie. Je schopný vegetovať na miestach, ktorým hrozí erózia. Znáša aj priemyselne znečistené oblasti. Východné a západosibírske odrody sú mrazuvzdorné, znášajú poklesy teplôt v období jesene a zimy, tiež aj vysoké denné teploty v lete. Uplatňuje sa pri ozelenení neplodných a zdevastovaných pôd [9].



Obrázok 4 Výskyt Rakytníka rešetliakového [10]

2.1.4 Taxonómia

Rakytník rešetliakový (*Hippophaë rhamnoides* L.) patrí do čeľade hlošínovitých (*Elaeagnaceae*). Rozlišujeme tri druhy rakytníka, ktoré sa od seba odlišujú. Prvý *Hippophaë rhamnoides* L. – rakytník rešetliakový, ďalším je *Hippophaë salicifolia* D.DON – rakytník vrboľistý a posledným je *Hippophaë tibetana* SCHLECHTD – rakytník tibetský. Jednotlivé poddruhy sa líšia vzhľadom celkovej rastliny a veľkosťou plodov. *Hippophaë rhamnoides* L. má 9 poddruhov a to :

- *carpacita* Rousi
- *caucasica* Rousi
- *fluvialis* van Soest
- *mongolica* Rousi
- *rhamnoides*
- *sinensis* Rousi
- *turkestanica* Rousi
- *yunnanensis* Rousi [11]

Väčšina odrôd ma pôvod v bývalom Sovietskom zväze, pričom prvá odroda vznikla v roku 1934 v Altaji. Medzi ruské odrody rakytníka patrí:

- Dar Katuni
- Novosť Altaja
- Zalotoj počatok
- Masličnaja
- Vitaminaja
- Oranževaja
- Zalotistaja
- Jantarnaja

Niekoľko odrôd sa podarilo vyšľachtiť aj v Nemecku. Medzi nemecké odrody rakytníka patrí:

- Polmix
- Leikora [2]



Obrázok 5 Kvety – Rakytník rešetliakový odroda Polmix [12]

2.1.5 Chemické zloženie

Rakytník rešetliakový je bohatý na obsah rôznych chemických látok, ako sú mastné kyseliny, karotenoidy, tokoferoly, steroly, flavonoidy a triterpény [13]. Čerstvé plody obsahujú účinné látky: 4 – 13 % oleje, 2 – 5 % cukry (glukosa, sacharosa, fruktosa), 1 – 4 % organické kyseliny (napr. kyselina jablčná). Čerstvé plody tiež obsahujú anthokyany, leukoanthokyany, katechiny (od 50 do 250 mg u divoko rastúcich foriem). Ďalšími látkami sú pektinové látky, triesloviny, kyselina askorbová (vitamín C 100 – 400 mg na 100 g hmoty), vitamíny B₁ a B₂, kyselina listová, steríny, vitamín K₆ (20 mg v 100 g plodov), cholín (50 – 60 mg v 100 g plodov), nasýtené mastné kyseliny a to kyselina linolová a linolenová, bioflavonoidy (24 – 45 mg v 100 g plodov), fytochinony (skupina vitamínov K s obsahu 0,9 – 1,5 mg v 100 g ovocia) [1].



Obrázok 6 Plody Rakytníka rešetliakového [14]

2.1.5.1 Sacharidy

Základnými cukrami, ktoré sú súčasťou rakytníka, sú glukosa, fruktosa a ich izoméry. Ďalšími zložkami: xylulosa, sorbitol a xylitol. Obsah jednotlivých zložiek uvádza tabuľka 1. Celkový obsah cukrov sa v jednotlivých odrodách líši v závislosti od krajiny pôvodu jednotlivých odrôd. Napríklad čínske odrody obsahujú viac cukrov ako ruské, avšak v ruských odrodách je podstatne viac cukru ako vo fínskych odrodách. Celkový obsah cukrov v čínskych odrodách sa pohybuje v rozmedzí od 5,6 % – 22,7 % v surovej chemicky neupravovanej šŕave. Obsah glukosy a fruktosy v ruských a čínskych odrodách je približne 90 %, vo Fínskych len 60 % z celkového množstva cukru [15,16].

Tabuľka 1 Obsah sacharidov v rakytníku rešetliakovom [16]

Sacharidy	Obsah
Glukosa [% hm. z celku]	49,5 až 62,1
Fruktosa [% hm. z celku]	37,3 až 50,4
Xylulosa [$\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$]	13 až 100
Sorbitol [$\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$]	13 až 640
Xylitol [$\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$]	15 až 91

2.1.5.2 Mastné kyseliny

Ďalšou významnou zložkou rakytníka je obsah nasýtených a nenasýtených mastných kyselín. Hlavným zdrojom lipofilných látok sú semená, dužina a šupka. Celkový obsah lipofilných látok v semenách a dužine sa líši v závislosti od jednotlivých odrôd, ale aj od doby zberu. Lipofilné látky pochádzajúce zo semien predstavujú približne 10 %, respektíve 15 – 1 %. V dužine sa nachádza 1,4 % týchto látok. Olej zo semien rakytníka je bohatý na esenciálne mastné kyseliny ako sú linolová (18:2 n-6) a α – linolová (18:3 n-3). Ich obsah sa pohybuje od 30 – 40 % hmot. a 20 – 35 % hmot. Ďalšími mastnými kyselinami v semenách sú napríklad olejová (18:1 n-9, 13 – 30 %), palmitová (16:0, 15 – 20 %), stearová (18:0, 2 – 5 %). V dužine nájdeme vysoký obsah palmitolejovej kyseliny (16:1, n-7, 16 – 54 %). Ďalšími dominantnými kyselinami v dužine sú palmitová (14 – 47 %) a olejová (2 – 35 %) [17].

Cakir [18] vo svojej práci skúmal obsah mastných kyselín v jednotlivých častiach plodu, pričom sa obsah mastných kyselín líšil nielen v častiach plodu ale aj v jednotlivých odrodách. Zistený obsah mastných kyselín v semenách a plodoch je uvedený v tabuľke 3 [18].

Tabuľka 2 Priemerný obsah mastných kyselín v rakytníku rešetliakovom [17]

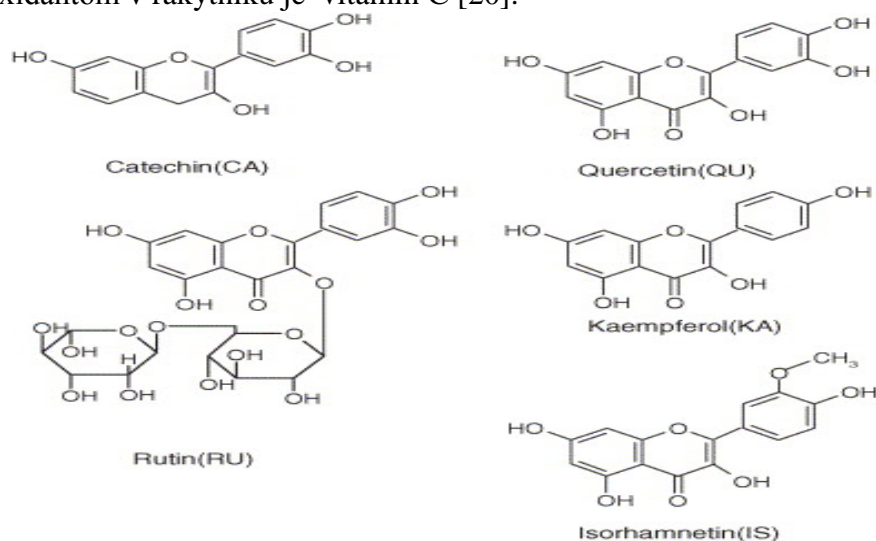
Mastná kyselina	Obsah v semenách [%]	Obsah v dužine [%]
Linolová	30 – 40	x
α -linolová	20 – 35	x
Olejová	13 – 30	2 – 35
Palmitová	15 – 20	14 – 47
Stearová	2 – 5	x
Palmitoolejová	x	16 – 54

Tabuľka 3 Obsah mastných kyselín v rakytníku rešetliakovom podľa Cakira [18]

Mastná kyselina	Obsah v semenách [%]	Obsah v dužine [%]
Palmitolejová	12,7	47,8
Palmitová	26,3	29,3
Linolová	21,7	10,6
Linolenová	1,4	x
Olejová	32,8	6,5
Stearová	3,2	1,0

2.1.5.3 Flavonoidy

Známe sú aj pod názvom bioflavonoidy, tvoria antioxidačné účinky rakytníka. V extrakte z listov rakytníka sa nachádza päť základných flavonoidov : katechin, rutin, quercetin, kaempferol, isorhamnetin. Jednotlivé štruktúrne vzorce zobrazuje obrázok 7 [19]. V rakytníkových šťavách sa obsah flavonoidov pohybuje v rozmedzí od 1500 – 2000 mg.kg⁻¹. Množstvo katechinov je približne 700 – 1300 mg.kg⁻¹. Najviac zastúpeným flavanolom je isorhamnetin, ktorý však nemá veľmi veľkú antioxidačnú kapacitu. Najväčším antioxidantom v rakytníku je vitamín C [20].



Obrázok 7 Štruktúrne vzorce jednotlivých flavonoidov [20]

2.1.5.4 Steroly

Okrem flavonoidov sa v rakytníku nachádzajú aj steroly. Typický obsah sterolov je 0,1 – 0,2 % v semenách a 0,02 – 0,04 % v dužine, pričom toto množstvo sa vzťahuje na váhu čerstvých plodov. V rakytníku sa nachádzajú steroly v rozmedzí od 350 – 500 mg.kg⁻¹ pričom 70 – 80 % z tejto hmotnosti sa nachádza v mäkkých častiach. Najčastejšie vyskytujúcimi sa sterolmi v rakytníku sú: sitosterol, isofucosterol, campesterol, stigmasterol, citrostadienol, avenasterol, cycloartenol, 24-methylenecycloartanol, obtusifoliol. Zastúpenie jednotlivých sterolov zobrazuje tabuľka 4 [17].

Tabuľka 4 *Obsah sterolov v rakytníku rešetliakovom [17]*

Steroly	Obsah [% hm. z celku]
Sitosterol	60-70
Isofucosterol	10-20
Campesterol	2-5
Stigmasterol	1-5
Citrostadienol	1-5
Avenasterol	1-5
Cycloartenol	1-5
24- methylenecycloartanol	1-5

2.1.5.5 Karotenoidy

Jednou z ďalších bioaktívnych zložiek v rakytníku sú karotenoidy. Najväčšie množstvo karotenoidov v rakytníku sa nachádza v mäkkých častiach. Karotenoidy dávajú plodom charakteristickú oranžovo–žltú farbu. V rakytníkových bobuliach sa nachádza 41 rôznych druhov karotenoidov v jednotlivých odrodách. Hlavnými karotenoidmi sú zeaxanthin, β-cryptoxanthin a β-karotén. Obsah β-karoténu je 15 – 55 % z celkového obsahu karotenoidov v bobuliach. β-karotén sa tiež nachádza aj v rakytníkovom oleji v približnom množstve 100 – 500 mg/100 g, v oleji z dužiny a 20 – 100 mg/100 g v oleji zo semien [17,21].

2.1.5.6 Minerálne látky

Minerálne zloženie rakytníka rešetliakového závisí nielen na druhu a poddruhu, ale aj na podmienkach, v ktorých sa rakytník pestuje, čiže na pôde a geografických podmienkach. Najviac zastúpeným minerálnym prvkom je dusík, ďalej fosfor, draslík, vápnik, zinok, horčík, sodík, meď, mangán a železo [22]. Ercisli a kol. [22] skúmali obsah minerálnych látok v rôznych odrodách, označených ESB 1 až 4. Obsah jednotlivých minerálnych látok uvádza tabuľka 5.

Tabuľka 5 *Obsah minerálnych látok v rakytníku rešetliakovom [22]*

Minerálne látky	ESB – 1 [mg.l ⁻¹]	ESB – 2 [mg.l ⁻¹]	ESB – 3 [mg.l ⁻¹]	ESB - 4[mg.l ⁻¹]
N	20 000	21 000	21 800	21 500
P	6 000	7 500	7 600	6 800
K	6 270	8 030	6 600	6 820
Ca	1 232	1 232	1 408	3 160

Mg	1 496	1 479	1 428	1 445
Na	1 395	1 380	1 320	1 410
Zn	38	38	34	32
Cu	33	21	21	30
Mn	20	28	19	28
Fe	8	4	8	8

2.1.6 Vitamín C

Vitamín C alebo tiež kyselina askorbová. Rakytník patrí k ovocným druhom s najväčším obsahom tohto vitamínu. Celkový obsah vitamínu C v bobuliach sa pohybuje v rozmedzí od 2 – 500 mg/100 g bobúľ, pričom obsah kyseliny askorbovej závisí nie len od odrody, ale najmä od miery zrelosti bobúľ. Ercistli a kol. [22] svojím výskumom potvrdili, že obsah vitamínu C je závislý na odrode a miere zrelosti bobúľ. Nešľachtené odrody obsahujú menej kyseliny askorbovej ako odrody šľachtené. S vysokým obsahom vitamínu C tiež súvisia aj veľmi dobré antioxidačné vlastnosti rakytníka. Antioxidačná aktivita je u niektorých druhov skoro 100 %. Celkový obsah anthokyanov v bobuliach rakytníka je v rozsahu od 5 – 32 mg.l⁻¹ [22] .

2.1.7 Vitamín E

Dobrym zdrojom vitamínu E sú semená a dužina . V bobuliach je vitamín E vo forme α -, γ -, δ -, β - tokoferolov. Obsah jednotlivých tokoferolov sa líši. Najdominantnejším tokoferolom je α - tokoferol, za ním nasledujú δ - tokoferol, γ - tokoferol, v stopovom množstve môžeme nájsť v rakytníku aj β - tokoferol. Celkové množstvo tokoferolov spolu s tokotrienolmi sa pohybuje v rozmedzí od 316,6 – 1250,9 $\mu\text{g.g}^{-1}$. Zloženie jednotlivých tokoferolov môžeme vidieť v tabuľke 6. Na množstvo tokoferolov a tokotrienolov vplýva najmä doba zberu, odrodovosť a tiež aj rok zberu. Štúdie ukázali, že tokotrienoly znižujú hladinu cholesterolu a tiež môžu potlačiť rast nádorov [17,23].

Tabuľka 6 Hmotnosť jednotlivých tokoferolov [23]

Tokoferol	Priemerná hmotnosť [$\mu\text{g.g}^{-1}$]	Hmotnostné percento z celkovej hmotnosti tokoferolov [%]
α - tokoferol	363,6	75,0
δ - tokoferol	102,4	21,0
γ -tokoferol	19,1	3,9

2.1.8 Vitamín K

V plodoch rakytníka a jeho šľavách sa vitamín K nachádza vo forme K₁. Obsah vitamínu K₁ je ovplyvňovaný skladovacími podmienkami a odrodovosťou. Gutzeit a kol. [24] vo svojej štúdii skúmali závislosť obsahu vitamínu K₁ na teplote, dobe skladovania a odrodách. Výsledkom tohto výskumu bolo, že zvýšená teplota znižuje množstvo K₁ ale znížená teplota napríklad na – 20 °C obsah vitamínu K₁ neovplyvňuje. Ďalej stanovil celkové množstvo K₁ v plodoch a šľave na 22 – 53 $\mu\text{g.g}^{-1}$ [24].

2.1.9 Rakytník v bežnom živote

Rakytník vďaka svojmu pestrému chemickému zloženiu a priaznivým vplyvom na ľudský organizmus sa začína pretláčať do povedomia ľudí čoraz vo väčšej miere. V bežnom živote sa s ním môžeme stretnúť nielen vo forme spracovanej pre potravinárske účely, ale aj ako súčasť prímies rôznych kozmetických a farmaceutických výrobkov.

2.1.9.1 Rakytník v potravinárstve

Pre svoju charakteristickú kyslo trpkú chuť si rakytník vyslúžil pomenovania „citrónovník severu“ či „sibírsky ananás“. Plody rakytníka sa môžu konzumovať v rôznych formách či už čerstvé, mrazené, sušené ale tiež ako súčasť rôznych potravinárskych produktov. Najčastejšie sa z plodov vyrábajú džemy, sirupy, želé, nealkoholické, ale aj alkoholické nápoje obrázok 8. Zo sušených listov a plodov sa vyrábajú čaje [1,2].



Obrázok 8 Rakytníkový sirup [25]

2.1.9.2 Rakytníkový olej

Je vyrábaný difúznym lisovaním semien alebo plodov, pričom výsledkom lisovania je jasne oranžová olejovitá kvapalina obrázok 9 charakteristickej vône a chuti. Difúznym lisovaním získavame 98 % čistý olej, ktorý si uchováva všetky dôležité látky. Hlavnou zložkou rakytníkového oleja sú omega – 6 a omega – 3 kyseliny a aj vzácné sa vyskytujúce omega – 7 kyseliny, vitamíny F, A, E, K, P, C a iné. Ďalšími zložkami sú kyselina listová, karotenoidy (180 mg/ 100 g), karotín, fytocity, triesloviny, minerálne látky: Fe, B, Mn. Organické kyseliny vinná a jablčná. Zo semien rakytníka sa podarilo vyizolovať dôležitú látku, ktorá sa používa k výrobe antioxidantu oligoprokyaninu (OPC), ktorý je zložkou potravín a kozmetických produktov [26,27].



Obrázok 9 Rakytňíkový olej [28]

2.1.10 Rakytňík v kozmetike

Jednou z dôležitých látok v rakytňíkovom oleji je kyselina palmitolejová, ktorá napomáha pri regenerácii pokožky, lieči ekzémy a iné kožné ochorenia ako napríklad akné. Pre tieto svoje účinky sa rakytňíkový olej pridáva do rôznych kozmetických produktov ako sú pleťové krémy pre suchú a citlivú pokožku či balzamy na pery. Je tiež súčasťou opaľovacích krémov, vďaka svojej schopnosti blokovat' UV žiarenie a tým napomáha pri regenerácii pokožky [29].

2.1.11 Rakytňík ako výživový doplnok

Vďaka veľkému obsahu bioaktívnych látok sa rakytňík stáva čoraz častejšie aj výživovým doplnkom (obrázok 10). Súvisí to s vysokým obsahom vitamínu C, A a organických kyselín. Tieto látky majú biostimulačné účinky, čím podporuje imunitný systém. Je preto odporúčané rakytňík užívať ako prevenciu pred chrípkou či žalúdočnými vredmi. Napomáha pri tvorbe žlče a tráviacich enzýmov, reguluje krvný obeh čím zlepšuje činnosť pečene a pľúc [30].

2.1.12 Rakytňík v medicíne

Rakytňík sa začal v medicíne využívať už pred niekoľkými tisícami rokov. Avšak v modernej medicíne je len málo zmienok o klinických výskumoch. V tradičnej medicíne bol využívaný na liečbu žalúdočných vredov, účinnosť rakytňíkového oleja bola potvrdená aj klinickými výskumami. Olej bol tiež používaný na liečbu chronických zápalov. Pozitívny efekt na liečbu zápalov slizníc môže byť ovplyvnený prirodzeným vysokým obsahom karotenoidov a tokoferolov. Ošetrovanie ekzémov rakytňíkovým olejom malo za dôsledok zvýšenie množstva linolovej, linolenovej a eikosipentanoovej kyseliny v plazme fosfolipidov, čo malo za dôsledok zlepšenie atopickej dermatitídy. Ďalším výskumom bol zistený pozitívny vplyv na zníženie cholesterolu a zlepšenie srdcovej činnosti alebo tiež zlepšenie funkcií pečene u pacientov trpiacich cirhózou pečene. Z týchto príkladov môžeme skonštatovať rozmanité využitie či už rakytňíkového oleja alebo rakytňíkovej šťavy ako prírodného lieku [6].



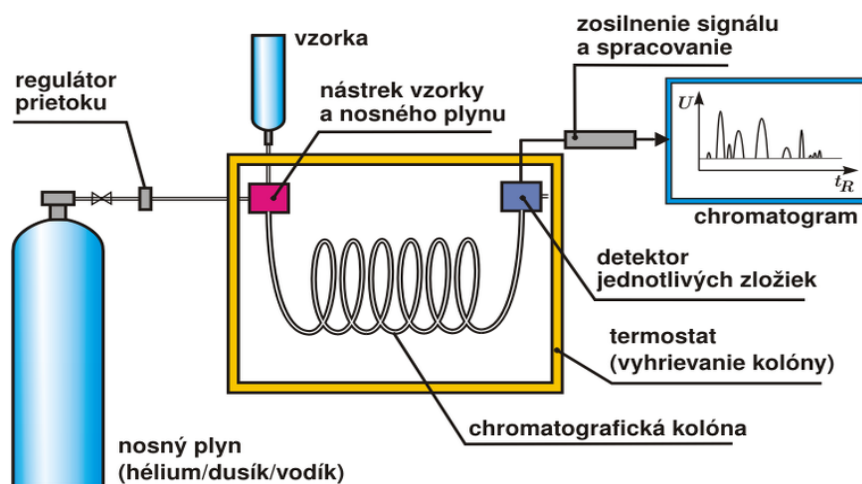
Obrázok 10 Rakytník ako výživový doplnok [30]

2.2 Plynová chromatografia (Gas chromatography GC)

Plynová chromatografia je separačná metóda, založená na separácii analyzovanej látky (analyt, solút, sorbát) medzi mobilnou a stacionárnou fázou (obrázok 11). Mobilnou fázou je nosný plyn najčastejšie N_2 , H_2 , He. Stacionárnou fázou je kvapalina alebo povrchovo aktívny adsorbent. Podľa stacionárnej fázy rozlišujeme plynovú chromatografiu na plyn – kvapalina a plyn – tuhá látka [31].

2.2.1 Princíp plynovej chromatografie

Vzorka sa dávkuje do prúdu nosného plynu, ktorý je unášaný kolónou. Aby vzorka mohla byť transportovaná, musí byť premenená na plyn. V kolóne dochádza k separácii na základe rôznej schopnosti pútať sa na stacionárnu fázou. Analyty opúšťajúce kolónu sú detekované pomocou detektoru. Signál z detektoru je vyhodnocovaný pomocou chromatogramu, na ktorom je zaznamenávaná intenzita signálu na čase. Plynovou chromatografiou sú najčastejšie analyzované organické látky s teplotou varu do $400\text{ }^{\circ}\text{C}$, podmienkou je aby látky pri vyparovaní neboli rozkladané. Je ňou tiež možné analyzovať anorganické látky, tieto látky však musia splňovať podmienku prchavosti [32,33].



Obrázok 11 Schéma plynového chromatografu [34]

2.3 Metóda SPME

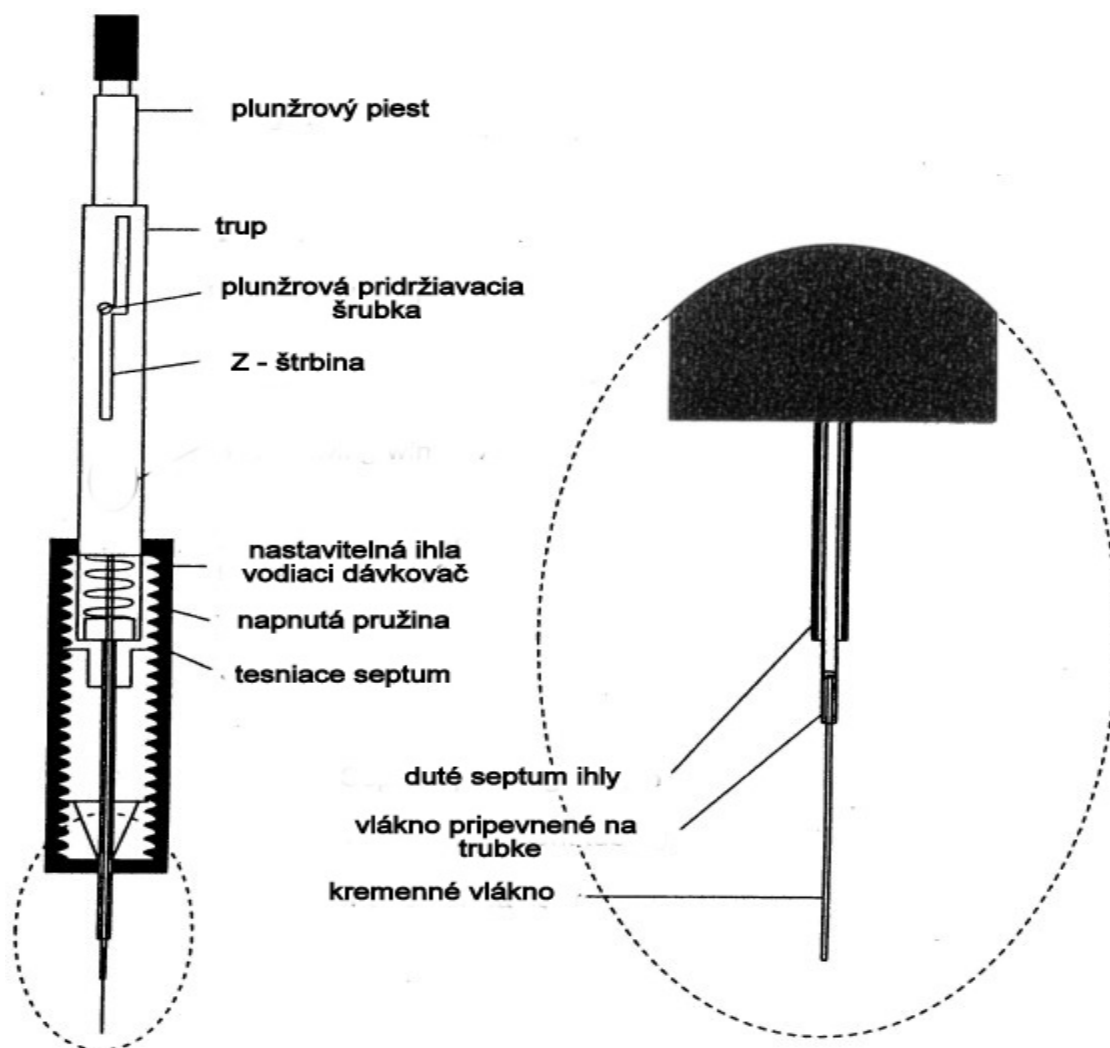
Mikroextrakcia tuhou fázou alebo SPME je jednoduchá a účinná adsorpčná a desorpčná technika zakonzentrovania analytu, určená na analýzu organických látok znečisťujúcich životné prostredie, vonných alebo chuťových látok, ktorou získavame výsledky v širokom koncentračnom rozsahu. Metóda sa najčastejšie používa v spojení s GC alebo HPLC chromatografiou [35].

2.3.1 Princíp metódy SPME

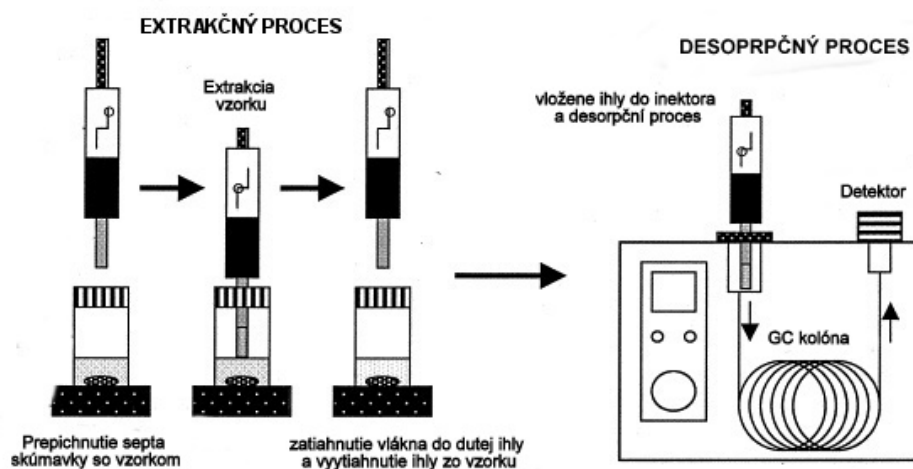
Kremenné vlákno je pokryté vrstvou sorpčného materiálu, ktorý tvorí stacionárnu fázu. Toto vlákno je uložené vo vnútri dutej oceľovej ihly. Oceľová ihla slúži na ochranu vlákna pred mechanickým poškodením. Oceľovou ihlou je prepichnuté septum vialky, v ktorej je prítomná vzorka analyzovanej látky (obrázok 12). Vlákno je vysunuté pomocou piestu do priestoru so vzorkou. Takto vysunuté vlákno je umiestené v nádobe so vzorkou, až pokým nedôjde k dosiahnutiu rovnováhy, najčastejšie 2 – 30 min. Po ustálení rovnováhy je vlákno vsunuté späť do dutej ihly a vytiahnuté zo vzorkovacej matrice, následne sa vloží do injektora plynového chromatografu. Látky zachytené na sorbent sa teplom desorbujú a sú unášané prúdom nosného plynu na kolónu, kde dochádza k separácii jednotlivých látok prítomných vo vzorku (obrázok 13) [35].

Pre extrakciu analytu môžeme použiť dva typy SPME techník

- HS –SPME alebo „headspace“ extrakcia – vlákno je vystavené do fázy výparov nad kvapalnou alebo pevnou vzorkou
- DI – SPME alebo priama extrakcia (direct extraction) – vlákno je ponorené priamo do kvapalnej vzorky [35]



Obrázok 12 SPME vlákno



Obrázok 13 Extrakčný a desorpčný proces pri metóde SPME [35]

2.4 Aromaticky aktívne látky

Aromaticky aktívne látky, tiež aj vonné látky, sú látky, ktoré pôsobia na čuchové receptory a vyvolávajú dojem vône, okrem toho môžu súčasne pôsobiť aj na chuťové receptory, teda sú zároveň aj chuťovými látkami. Aromatické látky sú buď prirodzenou zložkou potravín alebo vznikajú pri skladovaní a spracovaní potravín enzýmovými a chemickými reakciami.

Podľa pôvodu rozdeľujeme aromaticky aktívne látky do dvoch skupín:

- *Primárne*: sú prítomné v potravinách živočíšneho a rastlinného pôvodu ako produkt sekundárneho metabolizmu, teda sú sekundárne metabolity, ich produkcia je zabezpečená vnútrobunkovými procesmi. Kvalita a kvantita závisí na genetických dispozíciách daného organizmu.
- *Sekundárne*: vznikajú počas skladovania a spracovania potravín ako produkty neenzýmových a enzýmových reakcií bielkovín, lipidov a sacharidov.

Komplexné (jednotné) senzorické vnímanie chuti a vône, ktoré je vyvolané súčasne vonnými a chuťovými látkami sa označuje anglickým termínom flavour [37,38].

2.4.1 Uhl'ovodíky

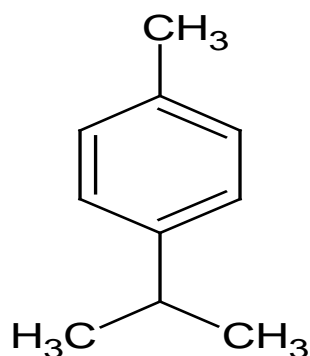
Uhl'ovodíky tvoria základnú zložku mnohých potravín. Najčastejšie sa v potravinách nachádzajú ako zložky silíc a tiež ako lipidový podiel potravín. Sú buď prirodzenou zložkou potravinárskych surovín a materiálov alebo vznikajú počas skladovania a spracovania potravín enzýmovými a chemickými reakciami ako sekundárne látky.

Na základe štruktúry je možné rozdeliť uhl'ovodíky v potravinách do troch základných skupín. Prvá skupina predstavuje alifatické uhl'ovodíky. Ďalej tu patria alicyklické a aromatické. Ako vonné látky, chuťové látky a farbivá majú však najväčší význam terpenové uhl'ovodíky.

Pri terpenových uhl'ovodíkoch sa ako zložky aroma uplatňujú monoterpény ($C_{10}H_{16}$) a seskviterpény ($C_{15}H_{24}$), zlúčeniny všeobecného vzorca $(C_5H_8)_n$. Vyššie terpenové uhl'ovodíky diterpény ($C_{20}H_{32}$) nepatria medzi výrazné vonné a chuťové látky. Terpenové uhl'ovodíky tvoria zložku aroma prevažnej väčšiny ovocia, zeleniny a korenia. Monoterpény, ktoré tvoria potraviny sú lineárne (acyklické), monocyklické, bicyklické a tricyklické zlúčeniny.

Nasýtené a nenasýtené uhl'ovodíky s párnym aj nepárnym počtom uhl'ovodíkových atómov v molekule sú ako primárne látky bežnými doprovodnými látkami rastlinných olejov a živočíšnych tukov. Alkány, alkény, alkadiény, alkatriény vznikajú z nenasýtených mastných kyselín oxidáciou katalyzovanou lipoxigenasami alebo autooxidáciou pri skladovaní a spracovaní potravín.

Aromatické uhl'ovodíky sa pomerne vzácne vyskytujú ako prírodné zložky potravín. Významnou prírodnou zložkou silíc veľkého množstva korenín a zeleniny je *p*-cymen (1-isopropyl-4-methylbenzen) obrázok 14. Vzniká rozkladom citralu spolu s príbuzným uhl'ovodíkom α ,*p*-dimethylstyrenom [38].



Obrázok 14 p- cymen

2.4.2 Alkoholy

Alkoholy a fenoly môžeme formálne považovať za prvý stupeň oxidačnej rady uhlíkovodíkov. Sú to primárne a sekundárne vonné a chuťové látky potravín rastlinného a živočíšneho pôvodu. K bežne vyskytujúcim sa alkoholom patria alifatické, alicyklické, aromatické a heterocyklické. Ako aromatické látky sa uplatňujú hlavne voľné primárne alkoholy a ich estery, najčastejšie v ovocí a alkoholických nápojoch. Prírodnými vonnými látkami sú predovšetkým nižšie alifatické nasýtené a nenasýtené alkoholy, obzvlášť však monoterpenové a seskviterpenové alkoholy.

Pri ethanolovom kvasení vzniká okrem ethanolu aj množstvo vyšších alifatických alkoholov s výraznou arómou, ktoré tiež označujeme pojmom pribudlina. Pribudlina doprevádza ethanol v pive, víne a rôznych liehovinách, tiež v ceste a fermentovaných mliečnych výrobkoch. Pri vzniku sa uplatňujú katabolické procesy (prekursori sú niektoré aminokyseliny) a anabolické procesy (vznikajú z cukrov pri syntéze aminokyselín). Bezprostrednými prekuzormi alkoholov sú aldehydy vznikajúce ako vedľajšie produkty metabolizmu. Alkoholdehydrogenasa redukuje aldehydy na odpovedajúce alkoholy. Vo veľkom množstve sú prítomné hlavne 2-methylpropan-1-ol (isobutylalkohol) a 3-methylbutan-1-ol (isoamylalkohol). Oba alkoholy majú veľký vplyv na arómu alkoholických nápojov. V menšom množstve sa tvoria ďalšie zložky pribudlin a to pentan-1-ol, propan-1-ol a butanol.

Niektoré nenasýtené alifatické alkoholy sú významnými aromatickými látkami v čerstvom ovocí, zelenine a hubách.

Aromatické alkoholy sú prirodzenými zložkami silíc. Vznikajú tiež ako sekundárne látky pri fermentačných procesoch. Najjednoduchším alkoholom tejto skupiny je benzylalkohol.

Pre aromatizáciu potravín sa používajú alkoholy, ktoré majú najviac 15 až 18 atómov uhlíku v molekule. Využitie vyšších alkoholov je výnimkou. Nižšie alkoholy slúžia k výrobe príslušných esterov, acetalov a iných zlúčenín používaných pre aromatizáciu potravín alebo ako potravinárske aditíva [38].

2.4.3 Aldehydy

Ako vonné látky majú význam takmer všetky nasýtené alifatické aldehydy od formaldehydu (methanal) až po dodekanal. Z nenasýtených alifatických aldehydov sú dôležité predovšetkým monoterpenové aldehydy. Prekuzormi mnohých senzoricky významných karbonylových zlúčenín sú bežné aminokyseliny a nenasýtené mastné kyseliny prítomné

v lipidoch. Niektoré karbonylové zlúčeniny tiež vznikajú degradáciou sacharidov (napr. formaldehyd, acetaldehyd, biacetyl a iné).

Z aminokyselín vznikajú aldehydy hlavne ako sekundárne produkty alkoholového a mliečneho kvasenia a tiež pri termických procesoch Streckerovou degradáciou. Z glicínu takto vzniká formaldehyd, z alanínu acetaldehyd, z treonínu propanal a butanal.

Rozšírením aromatickým aldehydom je benzaldehyd, ktorý je prítomný voľne alebo viazaný v niektorých kyanogénnych glykosidoch, z ktorých vzniká hydrolýzou. Je preto významnou zložkou horkej mandľovej silice, prítomný je tiež v silici škoricovej. Vzniká redukciou benzoovej kyseliny, ktorej prekursorom je kyselina škoricová [38].

2.4.4 Ketóny

Ketóny sa môžu vyskytovať ako primárne zložky potravín a potravinárskych surovín, alebo vznikajú sekundárne pri rôznych procesoch. Mnohé ketóny sa vyznačujú charakteristickým pachom a preto sa uplatňujú ako žiadúce, ale aj nežiadúce látky. Významnou skupinou sú zlúčeniny, ktoré majú pôvod v degradácii cukrov (furaneol, jahodový furanon, abhexon alebo maggilakton a sotolon), ďalšie významné ketóny vznikajú degradáciou karotenoidov [38].

2.4.5 Kyseliny

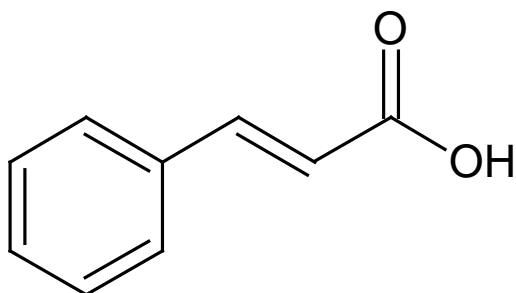
Karboxylové kyseliny sú významné zložky predovšetkým produktov rastlinného pôvodu. Ovplyvňujú priebeh enzymatických a chemických reakcií, mikrobiologickú stabilitu potravín behom skladovania a spracovania, organoleptické a technologické vlastnosti. V potravinách sa vyskytujú predovšetkým karboxylové kyseliny alifatické, alicyklické, aromatické a heterocyklické.

Ako vonné a chuťové látky sa uplatňujú hlavne nižšie karboxylové kyseliny a niektoré aromatické kyseliny. Ako chuťové látky majú najväčší význam viacsýtne karboxylové kyseliny, z alifatických kyselín octová a mliečna kyselina, ktoré sú významnými nositeľmi kyslej chuti potravín [38].

2.4.6 Estery

Prchavé estery aromatických kyselín sú často významnými zložkami vône kvetov rastlín, korenín, ovocia a zeleniny. Identifikovaných bolo viac ako 1000 rôznych zlúčenín. V ovocí, obilninách, kvetinách, liečivých rastlinách, korení, ovocí a zelenine sa nachádzajú čiastočne niektoré estery odvodené od škoricovej kyseliny obrázok 15.

Ako vonné látky sú najbežnejšie estery jednosýtnych kyselín, menej bežné sú estery viacsýtnych kyselín. Estery nižších alifatických a aromatických alkoholov sú obvykle významnými vonnými látkami. Tieto estery tvoria dôležitú zložku predovšetkým primárneho aromatu ovocia, zeleniny, nápojov a korenia. Estery môžu vznikať aj sekundárne pri dlhodobom skladovaní a záhreve potravín. Napríklad esterifikáciou kyselín alkoholom, alkoholýzou, alebo esterovou výmenou vznikajú estery pri starnutí vín a liehovín. Z nižších mastných kyselín býva často v týchto esteroch viazaná octová kyselina, menej často mravčia, propionová, maslová, isomaslová kyselina a ďalšie kyseliny. Z alkoholov je najčastejšie v esteroch viazaný ethanol. Estery nízkomolekulárnych kyselín a alkoholov majú obvykle ovocnú vôňu, estery terpenových alkoholov s nízkomolekulárnymi kyselinami kvetinovú vôňu. Estery aromatických kyselín a aromatických alkoholov majú ťažké balzamové vône [38].



Obrázok 15 kyselina škoricová

2.4.7 Aromaticky aktívne látky v rakytníku

Touto problematikou sa doteraz zaoberalo pomerne málo štúdií. Cakir [18] stanovoval aromatické látky v sušených plodoch rakytníka pomocou GC a GC-MS. Touto metódou identifikoval 30 základných zlúčenín, pričom 94,6 % predstavovali zlúčeniny, ktoré obsahoval rakytníkový olej. Olej pozostával najmä z alifatických esterov, alkoholov, uhľovodíkov. Najviac zastúpenými zlúčeninami boli ethyl–dodekanoát (39,4 %), ethyl–oktanoát (9,9 %), dekanol (5,6 %), ethyl–dekanol (5,5 %) [18].

Aromaticky aktívne látky v rakytníku rešetliakovom skúmali aj Tiitinen a kol. [39]. Skúmali zloženie 7 odrôd zmrazených bobúľ rakytníka pomocou SPME a GC-MS. Pomocou tejto metódy identifikovali 45 zlúčenín. Najčastejšie zastúpené boli estery s krátkym rozvetveným reťazcom, alkoholy a kyseliny. Ethyl-2-methylbutanoát, ethyl-3-ethylbutanoát, ethyl hexanoát, 3-methylbutyl-3-methylbutanoát, ethyl oktanoát a 3-methylbutyl hexanoát tvorili 70 % zo všetkých analyzovaných látok. Taktiež identifikovali alkoholy, terpeny, aldehydy a ketóny [38]. V tabuľke 7 je uvedený súhrn jednotlivých zlúčenín nájdených v rakytníku rešetliakovom [18].

Tabuľka 7 Súhrn identifikovaných zlúčenín v rakytníku rešetliakovom [18]

Alkoholy	Alkany	Estery	Kyseliny
n-heptanol	n-tridekan	ethyl oktanoát	Kyselina dekanová
3-oktenol	n-undekan	oktyl acetát	Kyselina oktánová
nonanol	n-tetradekan	ethyl dekanol	Kyselina pentadekanová
dekanol	n-pentadekan	ethyl dodekanoát	Kyselina laurova
dodekanol	n-hexadekan	ethyl myristát	Kyselina myristova
tetradekanol	n-eikosan	tetramethylpentadekanol	Kyselina palmitová
n-hexadekanol	n-dokosan	ethyl palmitát	Kyselina palmitolejová
tetramethylhexadekanol	n-tetrakosan		Kyselina linolová
	n-pentakosan		kyselina linolenová
			Kyselina olejová
			Kyselina stearová

3 EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

3.1 Laboratórne vybavenie

3.1.1 Chemikálie

- 2-methyl-1-butanol pre syntézu, MERCK Nemecko;
- 2-methylbutan-1-ol 99 %, SIGMA ALDRICH Nemecko;
- 2-methylpropan-1ol p.a., LACHEMA Brno;
- 3-hydroxybutan-2-on pre syntézu, MERCK Nemecko;
- 3-methylbutan-1-al 98 %; FLUKA Chémia Švajčiarsko;
- 3-methylbutan-1-ol pre syntézu, MERCK Nemecko;
- 4-methylpentan-2-on LOBA Feinchemie, Rakúsko;
- Benzaldehyd pre syntézu; MERCK Nemecko;
- Benzylalkohol pre syntézu; MERCK Nemecko;
- Butan-2,3-dion pre syntézu; MERCK Nemecko;
- Butan-2-ol p.a., RENOAL Maďarsko
- Butan-2-on p.a., Lach-Ner, Neratovice;
- Butanol p.a., LACHEMA Brno;
- Damascenon SIGMA ALDRICH Nemecko;
- Dekan-2-ol pre syntézu; MERCK Nemecko;
- Dekan-2-on pre syntézu; MERCK Nemecko;
- E-3-hexenol 96 %, SIGMA ALDRICH Nemecko;
- E-2-hexenal 98 %, SIGMA ALDRICH Nemecko;
- E-2-oktanal 94 %, SIGMA ALDRICH Nemecko;
- Ethanal pre biochemické účely, MERCK Nemecko;
- Ethanol 96 %; SIGMA ALDRICH Nemecko;
- Ethyl dekanóat pre syntézu; MERCK Nemecko;
- Ethyl-butanoát pre syntézu; MERCK Nemecko;
- Ethyl-oktanoát pre syntézu; MERCK Nemecko;
- Fenylethanal 90 %, SIGMA ALDRICH Nemecko;
- Fenylethanol pre syntézu; MERCK Nemecko;
- Heptan-2-al 95 %, SIGMA ALDRICH Nemecko;
- Heptan-2-on pre syntézu; MERCK Nemecko;
- Heptanal pre syntézu; MERCK Nemecko;
- Hexan-1-ol pre syntézu; MERCK Nemecko;
- Hexanal pre syntézu; MERCK Nemecko;
- Kyselina 2-hydroxypropanová 90 %; FLUKA Chémia Švajčiarsko;
- Kyselina 3-methylbutanová pre syntézu; MERCK Nemecko;
- Kyselina butanová p.a., FLUKA Chémia Švajčiarsko;
- Kyselina dekanová pre syntézu; MERCK Nemecko;
- Kyselina ethanová p.a., PENTA Chrudim;
- Kyselina oktanová čistá, REACHIM Rusko;
- Kyselina propanová pre syntézu; MERCK Nemecko;
- Limonen ALFA AESAR Nemecko;
- Linolool SIGMA ALDRICH Nemecko;
- Methanol p.a., Lach-Ner, Neratovice;
- *n*-oktanol LACHEMA Brno;

- Nonan-2-ol pre syntézu; MERCK Nemecko;
- Nonan-2-on pre syntézu; MERCK Nemecko;
- Nonanal pre syntézu; MERCK Nemecko;
- Butyl-ethanoát p.a., LACHEMA Brno;
- Ethyl-ethanoát p.a., LACHEMA Brno;
- Methyl-ethanoát pre syntézu; MERCK Nemecko;
- Propyl-ethanoát BRUXELUS Begicko;
- Okt-1-en-3-ol 98 %, FLUKA Chémia Švajčiarsko;
- Oktan-2-ol 98 %, FLUKA Chémia Švajčiarsko;
- Oktanal pre syntézu; MERCK Nemecko;
- Pentan-1-ol p.a., LACHEMA Brno;
- Pentan-2-ol pre syntézu; MERCK Nemecko;
- Pentan-2-on pre syntézu; MERCK Nemecko;
- Pentanal pre syntézu; MERCK Nemecko;
- Propan-2-ol čistý, LACHEMA Brno;
- Propan-2-on p.a., LACHEMA Brno;
- Propanal p.a., LACHEMA Brno;
- Propanol p.a., LACHEMA Brno;
- Rosa oxid 99 %, FLUKA Chémia Švajčiarsko;
- Tridekan-2-on pre syntézu; MERCK Nemecko;
- α -terpineol pre syntézu; MERCK Nemecko.

3.1.2 Plyny

- Dusík SIAD, tlaková fľaša s redukčným ventilom;
- Vodík SIAD, tlaková fľaša s redukčným ventilom;
- Vzduch SIAD, tlaková fľaša s redukčným ventilom.

3.1.3 Prístroje

- Plynový chromatograf TRACE GC (ThermoQuest Italia S. p.a., Taliansko) s plameňovo ionizačným detektorom, split/splitless injektorom, kapilárna kolóna DB-WAX 30 m \times 0,32 mm \times 0,5 μ m;
- PC – Intel Pentium
- Vodná kúpeľ – Julabo TW 12;
- Analytické váhy

3.1.4 Pracovné pomôcky

- SPME vlákno CARTM/PDMS 85 μ m, SPME Supelco Fiber
- Vialky s objemom 4 ml so šrúbovacím uzáverom a septom
- Mikropipety
- Laboratórne sklo

3.2 Analyzované vzorky

3.2.1 Použité vzorky

Analyzované boli rôzne odrody rakytníka rešetliakového (*Hippophae rhamnoides* L.). Jednotlivé odrody boli zbierané v auguste a októbri 2011 a po zozbieraní ihneď hĺbkovo zmrazené na – 15 ° C

Zoznam jednotlivých odrôd:

- Krásna
- Slniečko
- Vitamínová
- Trofinovský
- Botanický
- Ljubitelna
- Pavlovsky
- Leicora
- Buchlovický
- Aromat
- Peterburský

Odrody Vitaminová, Trofinovský, Botanický, Ljubitelna, Pavlovsky, Leicora, Buchlovický, Aromat a Peterburský pochádzajú z pestovateľskej stanice Záhradnickej fakulty Mendelovej univerzity v Žabčiciach. Odrody Krásna a Slniečko pochádzajú z pestovateľskej stanice pána Ing. Tarovského v Levoči.



Obrázok 16 Vzorka rakytníka rešetliakového odroda Botanický

3.2.2 Odber, uchovávanie, príprava vzoriek

Jednotlivé odrody boli po zbere hĺbkovo zmrazené a uchované v mraziacom boxe až do doby analýzy. Pred analýzou sa vzorky zhomogenizovali nakrájaním na malé kúsky. Po zhomogenizovaní bol odvážený 1 g vzorky, ktorá bola vložená na dno vialky tak , aby sa počas analýzy nepoškodilo SPME vlákno. Následne bola vialka uzatvorená vzduchotesným septom. Po uzatvorení bola prevedená SPME analýza.

3.3 Extrakcia aromatických zlúčenín

Vialka spolu so vzorkou bola ponorená do vodného kúpeľa, ktorý bol temperovaný na teplotu 35 °C. Vo vodnom kúpeli bola vialka ponorená po dobu 30 min. Po uplynutí 30 minút bolo do priestoru nad vzorkou vpravené SPME vlákno na 20 min kde prebiehala adsorpcia aromatických látok na vlákno. Po ukončení adsorpcie bolo vlákno zasunuté do dutej ihly a presunuté do injektora GC kde bolo opäť vysunuté z dutej ihly. Po dobu 20 minút dochádzalo k desorpcii naadsorbovaných aromatických látok.



Obrázok 17 Adsorpcia aromatických látok na SPME vlákno

3.3.1 Podmienky SPME extrakcie

Podmienky extrakcie :

- navážka 1 g vzorku
- vodný kúpeľ 30 min
- adsorpcia aromatických látok na SPME vlákno 20 min
- desorpcia aromatických látok z SPME vlákna 20 min

3.4 Metóda stanovenia aromaticky aktívnych látok

Metóda ktorou boli stanovované aromatické látky v bobuliach bola plynová chromatografia. Identifikácia a kvantifikácia jednotlivých prchavých látok bola založená na porovnávaní retenčných časov a plôch píkov so štandardmi za rovnakých podmienok.

3.4.1 Podmienky analýzy GC

- Plynový chromatograf TRACE GC (ThermoQuest Italia S. p.a., Taliansko);
- Detektor: plameňovo ionizačný (FID), 220 °C, prietok vodíku 35 ml·min⁻¹, prietok vzduchu 350 ml·min⁻¹, make-up dusíku 30 ml·min⁻¹;
- Kolóna: kapilárna DB-WAX s rozmermi 30 m × 0,32 mm × 0,5 µm;
- Teplota injektoru: 250 °C;
- Nosný plyn dusík, prietok 0,9 ml·min⁻¹;
- Celková doba analýzy: 40 minút.

3.4.2 Výpočet koncentrácie štandardov

Aby bola určená koncentrácia AAL v jednotlivých vzorkách, bolo potrebné najprv vypočítať koncentráciu jednotlivých štandardov podľa vzťahu:

$$c = \frac{\rho \cdot V_{st}}{V_{celk}} \quad (2.1)$$

pričom c je koncentrácia štandardu v [µg · ml⁻¹], ρ je hustota štandardu [g·cm⁻³], V_{st} je objem pipetovaného štandardu [l], V_{celk} je celkový objem štandardu aj rozpúšťadla [l].

3.4.3 Výpočet koncentrácie AAL vo vzorke

Z vypočítaných koncentrácií štandardov bolo možné vypočítať koncentráciu jednotlivých aromaticky aktívnych látok vo vzorke. Výpočet bol prevedený podľa vzťahu:

$$c = \frac{c_s \cdot A}{A_s} \quad (2.2)$$

pričom c je koncentrácia analyzovanej látky, A je plocha píku analyzovanej látky, A_s je plocha píkov štandardov.

Získané výsledky boli spracované pomocou programu MS Excel, a uvádzané v tvare koncentrácia ± smerodajná odchýlka.

4 VÝSLEDKY A DISKUSIA

4.1 Stanovenie aromatických aktívnych látok metódou SPME – GC

Bolo analyzovaných jedenásť odrôd rakytníka rešetliakového (*Hippophae rhamnoides* L.). Extrakcia aromatických látok bola prevádzaná metódou SPME, k identifikácii a kvantifikácii jednotlivých AAL bola použitá plynová chromatografia s FID detekciou. Každá vzorka bola premeraná trikrát.

4.1.1 Identifikácia a kvantifikácia AAL

Identifikácia obsahu jednotlivých AAL bola prevedená na základe retenčných časov jednotlivých štandardov. Zoznam všetkých meraných štandardov s retenčnými časmi, koncentraciami použitými pre kvantifikáciu obsahuje tabuľka 8.

Tabuľka 8 *Prehľad štandardov použitých k identifikácii a kvantifikácii AAL*

Názov štandardu	Retenčný čas [min]	koncentrácia [$\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$]
Ethanal	4,30	31,25
Propanal	5,18	0,16
Pentan-2-on	5,53	19,75
Methyl-ethanoát	5,72	4,09
Ethyl-ethanoát	6,71	4,50
Methanol	6,97	3168,00
Butan-2-on	7,01	3,63
2-methylpropan-2-on	7,02	97,61
3-methylbutan-1-al	7,29	12,64
Propan-2-ol	7,32	216,15
Ethanol	7,76	404,25
Propyl-ethanoát	8,57	4,69
Butan-2,3-dion	8,59	39,60
Pentan-2-on	8,70	1,62
Pentanal	8,76	2,43
4-methylpentan-2-on	9,46	4,21
Butan-2-ol	9,87	3150,00
Ethyl-butanoát	10,16	0,70
Propanol	10,23	32,00
Butyl-ethanoát	11,26	0,66
Hexanal	11,28	0,61
2-methylpropan-1-ol	11,74	4010,00
Pentan-2-ol	12,44	648,00
Butanol	13,34	12,15
Heptan-2-on	14,05	1,64
Heptanal	14,09	1,64
Limonen	14,29	0,34
2-methylbutan-1-ol	14,91	8,20
3-methylbutan-1-ol	14,92	729,00
E-2-hexanal	15,26	8,46
Pentan-1-ol	16,05	6,11
Oktanal	17,04	2,46
3-hydroxybutan-2-on	17,31	5060,00
Heptan-2-ol	17,77	0,33
Hexan-1-ol	18,73	1,64
Rose -oxid	18,89	2,33
E-3-hexenol	19,04	2,52
Rosa oxid	19,33	2,33
Z-3-hexen-1-ol	19,62	2,55
Nonan-2-on	19,71	1,64

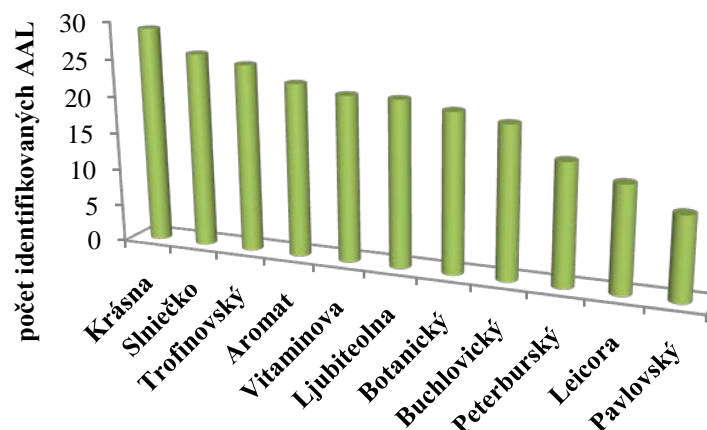
Nonanal	19,86	1,66
oktan-2-ol	20,38	1,04
Ethyl-oktanoát	20,87	0,52
E-2-oktenal	21,01	4,23
Kyselina ethanová	21,16	787,50
Okt-1-en-3-ol	21,17	1,18
Dekan-2-on	22,43	0,25
Nonan-2-ol	22,88	1,64
Kyselina propánová	23,34	496,50
Fenylmethanal	23,49	1,05
Linalool	23,53	0,01
oktan-1-ol	23,90	0,17
Kyselina 2-methylpropánová	24,10	250,09
Undekan-2-on	24,99	0,25
Kyselina butanová	25,52	240,00
Ethyl-dekanoát	25,77	0,65
β -damascenon	25,80	72,00
Fenylethanal	26,35	513,00
Kyselina 3-methylbutanová	26,52	930,00
α -terpienol	27,36	0,00
Kyselina 2-hydroxypropanová	28,54	12100,00
Dekan-1-ol	28,56	32,00
Fenylethanol	29,90	20,24
β -damascenon	30,25	72,00
Kyselina hexanová	30,36	186,00
Benzylalkohol	31,30	26,25
Kyselina oktánová	34,84	273,00
Kyselina dekánová	41,46	100000,00

4.1.2 Obsah AAL v jednotlivých odrodách Rakytíka rešetliakového (*Hippophae rhamnoides* L.)

V jednotlivých odrodách rakytíku bolo celkovo identifikovaných 29 aromaticky aktívnych látok. Jednotlivé látky boli pomocou plochy píkov štandardov kvantifikované. Koncentrácia jednotlivých AAL bola vypočítaná podľa vzťahu 2.2. Vypočítané koncentrácie jednotlivých látok udávajú tabuľky 9 až 20. Chromatogramy AAL v analyzovaných odrodách sa nachádzajú v prílohe 1 až 11.

Najväčší počet aromaticky aktívnych látok obsahuje odroda Krásna (29). Najmenej aromaticky aktívnych látok obsahuje odroda Pavlovský (11). Graf 1 zobrazuje počet identifikovaných AAL v jednotlivých odrodách.

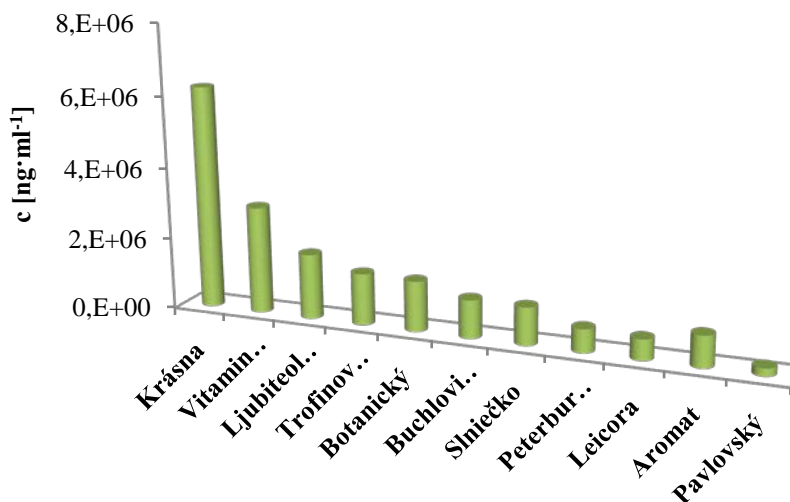
Počet identifikovaných AAL



Graf 1 Porovnanie počtu AAL v jednotlivých odrodách

Pri porovnaní celkových koncentrácií v jednotlivých odrodách bola zistené, že najbohatší aromatický profil má odroda Krásna ($6234,70 \cdot 10^3 \pm 648,23 \cdot 10^3 \text{ ng} \cdot \text{ml}^{-1}$). Celkovú koncentráciu AAL zobrazuje graf 2.

Celková koncentrácia AAL

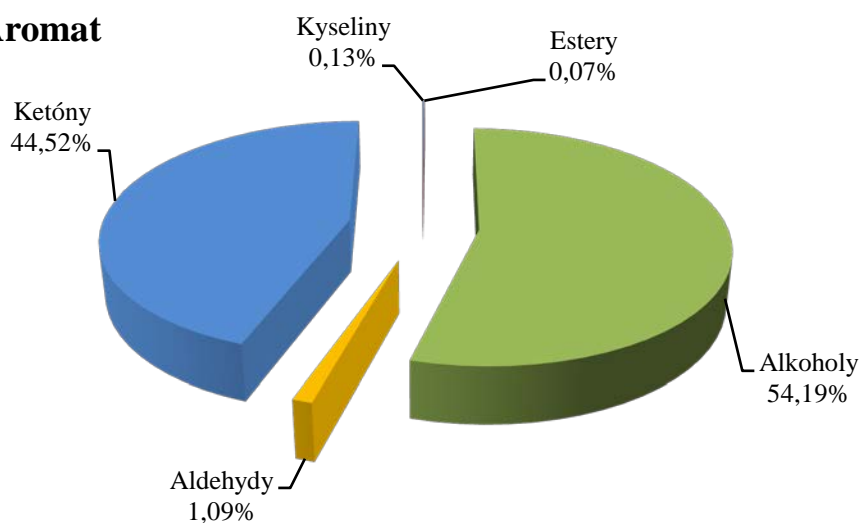


Graf 2 Porovnanie celkových koncentrácií AAL v jednotlivých odrodách

4.1.2.1 Odroda Aromat

Odroda Aromat patrí k odrodám s pestrejším aromatickým profilom. Celkovo bolo identifikovaných 23 aromaticky aktívnych látok. Z toho 8 alkoholov, 6 aldehydov, 6 esterov, 2 ketóny a 1 kyselina. Celková koncentrácia AAL je ($881,61 \cdot 10^3 \pm 65,67 \cdot 10^3 \text{ ng} \cdot \text{ml}^{-1}$). Najviac zastúpenou skupinou sú alkoholy. Tvoria 54,19 % aromatického profilu. Najviac zastúpeným alkoholom je ethanol ($408,68 \cdot 10^3 \pm 58,31 \cdot 10^3 \text{ ng} \cdot \text{ml}^{-1}$). Ďalšou skupinou sú ketóny, tvoria 44,52 % aromatického profilu a za nimi nasledujú aldehydy s 1,09 %, kyseliny 0,13 % a estery 0,07 % (graf 3). Koncentráciu jednotlivých AAL udáva tabuľka 9.

Aromat



Graf 3 Percentuálne zastúpenie jednotlivých skupín AAL v odrode Aromat

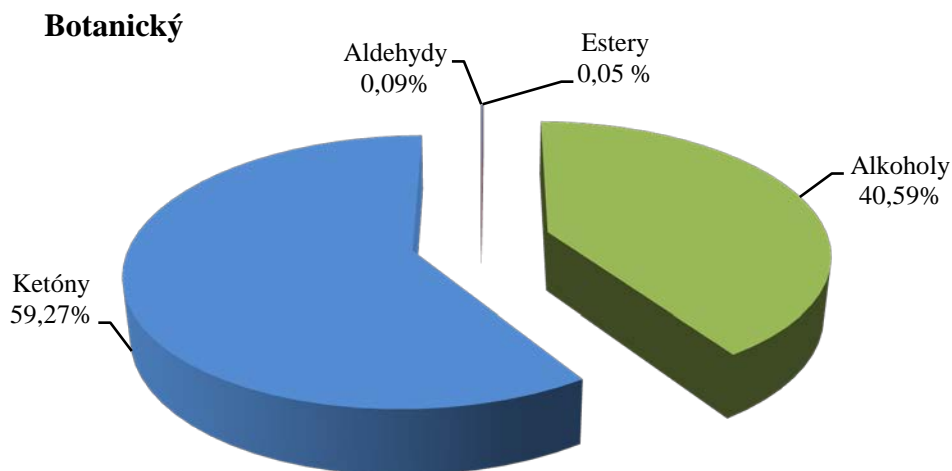
Tabuľka 9 Koncentrácia AAL v odrode Aromat

Alkoholy	Koncentrácia [ng·ml ⁻¹]
Ethanol	$408,68 \cdot 10^3 \pm 58,31 \cdot 10^3$
Butanol	$87,08 \pm 25,93$
3-methylbutan-1-ol	$68,84 \cdot 10^3 \pm 19,22 \cdot 10^3$
Hexan-1-ol	$13,25 \pm 3,84$
E - 3 - hexenol	$11,43 \pm 1,07$
Oktan - 2 - ol	$77,89 \pm 10,12$
Okt-1-en-3- ol	$5,86 \pm 0,53$
Oktan-1-ol	$1,54 \pm 0,18$
celkovo alkoholov	$477,72 \cdot 10^3 \pm 61,43 \cdot 10^3$
Ketóny	
tridekan-2-on	$392,52 \cdot 10^3 \pm 13,23 \cdot 10^3$
3-hydroxy-2-butanon	$4,75 \cdot 10^{-9} \pm 6,87 \cdot 10^{-10}$
celkovo ketónov	$392,52 \cdot 10^3 \pm 39,25 \cdot 10^3$
Aldehydy	
Ethanal	$7,71 \cdot 10^3 \pm 1,11 \cdot 10^3$
Heptanal	$5,26 \pm 0,31$
Oktanal	$379,21 \pm 0,28$
Nonanal	$3,92 \pm 0,73$
Fenylmethanal	$38,12 \pm 10,69$
Fenylethanal	$0,15 \cdot 10^3 \pm 29,43 \cdot 10^3$
celkovo aldehydov	$4,62 \cdot 10^3 \pm 1,15 \cdot 10^3$

Estery	
Methyl-ethanoát	24,27 ± 1,32
Ethyl-ethanoát	45,24 ± 6,27
Ethyl-butanoát	96,40 ± 28,24
Butyl-ethanoát	350,64 ± 25,93
Ethyl-oktanoát	37,89 ± 3,88
Ethyl-dekanoát	20,34 ± 2,21
celkovo esterov	574,76 ± 38,92
Kyseliny	
Kyselina 2-methylpropánová	1,17 · 10 ³ ± 96,63
celkovo kyselín	1,17 · 10³ ± 96,63
celkovo AAL	881,61 · 10³ ± 65,68 · 10³

4.1.2.2 Odroda Botanický

V odrode Botanický bolo celkovo identifikovaných 21 AAL. Tento aromatický profil predstavuje 7 alkoholov, 7 esterov, 5 aldehydov a 2 ketóny. Celková koncentrácia týchto látok je ($1412,73 \cdot 10^3 \pm 1,02 \cdot 10^5 \text{ ng} \cdot \text{ml}^{-1}$). Najviac zastúpenou skupinou sú ketóny, tvoria 59,27 % aromatického profilu. Nasledované sú so 40,59 % alkoholmi, 0,09 % aldehydmi a 0,05 % esterami (graf 4). Koncentráciu jednotlivých AAL udáva tabuľka 10.



Graf 4 Percentuálne zastúpenie jednotlivých skupín AAL v odrode Botanický

Tabuľka 10 Koncentrácia AAL v odrode Botanický

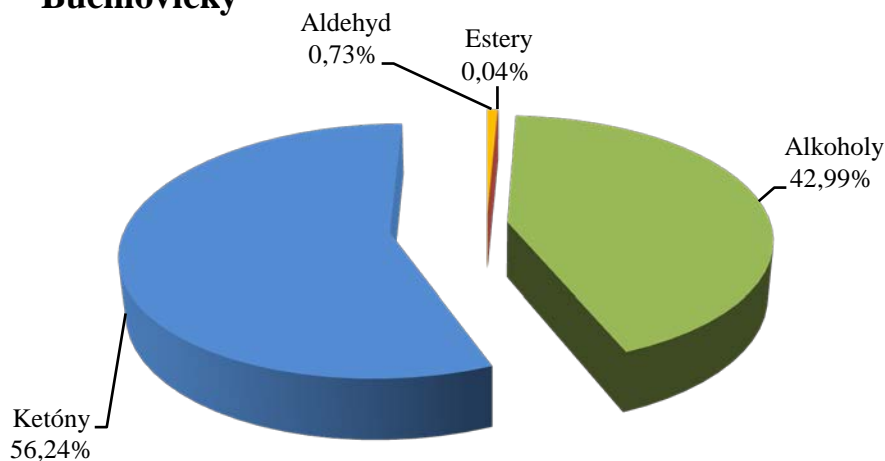
Alkoholy	Koncentrácia [$\text{ng} \cdot \text{ml}^{-1}$]
Ethanol	$484,74 \cdot 10^3 \pm 7,12 \cdot 10^4$
3-methylbutan-1-ol	$88,45 \cdot 10^3 \pm 1,17 \cdot 10^4$

Pentan-1-ol	$21,34 \pm 7,79$
Heptan-2-ol	$4,61 \pm 19,53$
Hexan-1-ol	$20,99 \pm 2,97$
Butanol	$75,19 \pm 16,76$
Oktan-2-ol	$44,93 \pm 10,14$
celkovo alkoholov	$573,36 \cdot 10^3 \pm 72,19 \cdot 10^3$
Ketóny	
3-hydroxy-2-butanon	$837,35 \cdot 10^3 \pm 7,19 \cdot 10^4$
tridekan-2-on	$7,06 \cdot 10^{-6} \pm 1,97 \cdot 10^{-6}$
celkovo ketónov	$837,35 \cdot 10^3 \pm 7,19 \cdot 10^4$
Aldehydy	
Ethanal	$79,58 \pm 1,71 \cdot 10^3$
Pentanal	$4,89 \pm 0,94$
Heptanal	$14,45 \pm 3,93$
Oktanal	$12,06 \cdot 10^3 \pm 77,26$
Fenylmethanal	$22,32 \pm 3,02$
celkovo aldehydov	$1,33 \cdot 10^3 \pm 7,71 \cdot 10^3$
Estery	
Methyl-ethanoát	$20,21 \pm 1,17$
Ethyl-ethanoát	$79,57 \pm 14,68$
Propyl-ethanoát	$11,91 \pm 0,46$
Ethyl-butanoát	$64,82 \pm 38,01$
Butyl-ethanoát	$462,46 \pm 50,40$
Ethyl-oktanoát	$36,30 \pm 15,59$
Ethyl-dekanoát	$16,97 \pm 8,82$
celkovo esterov	$692,24 \pm 67,25$
celkovo AAL	$1412,73 \cdot 10^3 \pm 1,02 \cdot 10^5$

4.1.2.3 Odroda Buchlovický

V odrode Buchlovický bolo celkovo identifikovaných 20 AAL o zložení 8 alkoholov, 6 esterov, 5 aldehydov a 1 ketón. Koncentrácia týchto látok je $(1076,86 \cdot 10^3 \pm 668,65 \cdot 10^3 \text{ ng} \cdot \text{ml}^{-1})$. Najviac zastúpenou skupinou sú ketóny, tvoria 56,24 % aromatického profilu, po ketónoch nasledujú alkoholy s 42,99 %, aldehydy 0,72 % a estery 0,04 % (graf 5). Koncentráciu jednotlivých AAL udáva tabuľka 11.

Buchlovický



Graf 5 Percentuálne zastúpenie jednotlivých skupín AAL v odrode Buchlovický

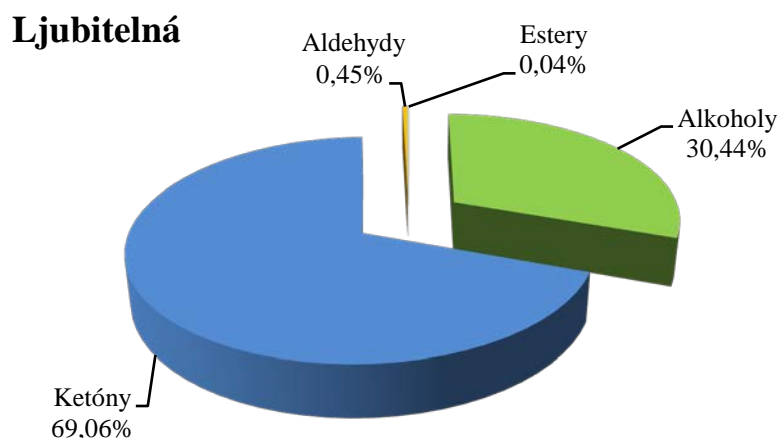
Tabuľka 11 Koncentrácia AAL v odrode Buchlovický

Alkoholy	Koncentrácia [ng·ml ⁻¹]
Methanol	$500,48 \cdot 10^3 \pm 21,55 \cdot 10^3$
Ethanol	$329,83 \cdot 10^3 \pm 161,04 \cdot 10^3$
N - propanol	$373,34 \pm 4,92 \cdot 10^3$
2-methylpropan-1-ol	$13,72 \cdot 10^3 \pm 1,02 \cdot 10^3$
3-methylbutan-1-ol	$688,75 \cdot 10^3 \pm 2,70 \cdot 10^4$
hexan-1-ol	$22,48 \pm 9,35 \cdot 10^3$
E - 3 - hexenol	$20,36 \pm 9,52 \cdot 10^3$
Oktan - 2-ol	$81,64 \pm 1,02 \cdot 10^4$
celkovo alkoholov	$462,98 \cdot 10^3 \pm 165,63 \cdot 10^3$
Ketóny	
3 - hydroxy - 2- butanon	$605,59 \cdot 10^3 \pm 2,94 \cdot 10^5$
celkovo ketónov	$605,59 \cdot 10^3 \pm 60,56 \cdot 10^4$
Aldehydy	
Ethanal	$6,88 \cdot 10^3 \pm 3,32 \cdot 10^3$
Heptanal	$4,54 \pm 7,06 \cdot 10^3$
Oktanal	$930,27 \pm 8,04 \cdot 10^3$
Nonanal	$1,63 \pm 9,90 \cdot 10^3$
Fenylmethanal	$20,64 \pm 1,17 \cdot 10^4$
celkovo aldehydov	$7,84 \cdot 10^3 \pm 18,99 \cdot 10^3$
Estery	

Ethyl-ethanoát	$33,25 \pm 3,33 \cdot 10^3$
Propyl-ethanoát	$40,56 \pm 4,27 \cdot 10^3$
Ethyl-butanoát	$10,48 \pm 5,04 \cdot 10^3$
Butyl-ethanoát	$311,39 \pm 5,47 \cdot 10^3$
Ethyl-oktanoát	$51,44 \pm 1,03 \cdot 10^4$
Ethyl-dekanoát	$2,97 \pm 1,29 \cdot 10^3$
celkovo esterov	$450,09 \pm 18,89 \cdot 10^3$
celkovo AAL	$1076,86 \cdot 10^3 \pm 338,65 \cdot 10^3$

4.1.2.4 Odroda Ljubitelna

Ďalšou z odrôd je odroda Ljubitelna. Celkový počet stanovených aromaticky aktívnych látok je 21 z toho 9 alkoholov, 7 esterov, 4 aldehydy a 2 ketóny. Koncentrácia tých látok je ($1823,58 \cdot 10^3 \pm 189,79 \cdot 10^3 \text{ ng} \cdot \text{ml}^{-1}$). Najviac zastúpenou skupinou sú ketóny, tvoria 69,06 % aromatického profilu, po ketónoch nasledujú alkoholy s 30,44 %, aldehydy 0,45 % a estery 0,04 % (graf 6). Koncentráciu jednotlivých AAL udáva tabuľka 12.



Graf 6 Percentuálne zastúpenie jednotlivých skupín AAL v odrode Buchlovický

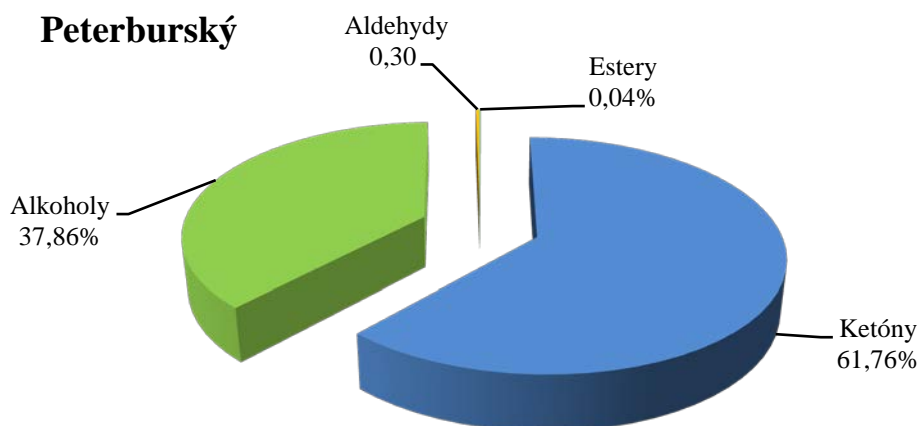
Tabuľka 12 Koncentrácia AAL v odrode Ljubitelna

Alkoholy	Koncentrácia [$\text{ng} \cdot \text{ml}^{-1}$]
Ethanol	$376,27 \cdot 10^3 \pm 0,11 \cdot 10^3$
N-propanol	$1,25 \cdot 10^3 \pm 0,66 \cdot 10^3$
Butanol	$35,70 \pm 8,88$
3-methylbutan-1-ol	$178,35 \cdot 10^3 \pm 44,20 \cdot 10^3$
Pentan-1-ol	$25,62 \pm 2,62$
Hexan-1-ol	$39,62 \pm 6,00$
E-3-hexanol	$23,08 \pm 2,78$
Oktan-2-ol	$38,59 \pm 7,17$
Oktan-1-ol	$1,93 \pm 0,78$
celkovo alkoholov	$556,04 \cdot 10^3 \pm 45,43 \cdot 10^3$

Ketóny	
3-hydroxy-2-butanon	$126,15 \cdot 10^3 \pm 1,84 \cdot 10^4$
Tridekan-2-on	$3,24 \cdot 10^{-6} \pm 5,22 \cdot 10^{-7}$
celkovo ketónov	$1261,48 \cdot 10^3 \pm 184,24 \cdot 10^3$
Estery	
Methyl-ethanoát	$26,04 \pm 1,26$
Ethyl-ethanoát	$110,87 \pm 13,86$
Propyl-ethanoát	$16,17 \pm 5,46$
Butyl-ethanoát	$12,000$
Ethyl-oktanoát	$33,92 \pm 12,66$
Ethyl-dekanoát	$13,68 \pm 4,55$
Ethyl-butanoát	$41,45 \pm 13,12$
celkovo esterov	$801,36 \pm 233,35$
Aldehydy	
Ethanal	$6,97 \cdot 10^3 \pm 3,28 \cdot 10^3$
Heptanal	$22,76 \pm 13,94$
Oktanal	$1,20 \cdot 10^3 \pm 0,76 \cdot 10^3$
Fenylmethanal	$61,06 \pm 8,27$
celkovo aldehydov	$8,26 \cdot 10^3 \pm 3,36 \cdot 10^3$
celkovo AAL	$1826,58 \cdot 10^3 \pm 189,79 \cdot 10^3$

4.1.2.5 Odroda Peterburský

Aromatický profil odrody Peterburský tvorí 16 látok z toho 6 alkoholov, 5 esterov, 4 aldehydy a 1 ketón. Koncentrácia týchto látok je $(658,68 \cdot 10^3 \pm 191,93 \cdot 10^3 \text{ ng} \cdot \text{ml}^{-1})$. Percentuálne najviac zastúpenou skupinou sú ketóny, tvoria 61,76 % aromatického profilu. Druhou percentuálne najviac zastúpenou skupinou sú alkoholy 37,86 % nasledované aldehydmi 0,30 % a esterami 0,04 % (graf 7). Koncentráciu jednotlivých AAL udáva tabuľka 13.



Graf 7 Percentuálne zastúpenie jednotlivých skupín AAL v odrode Peterburský

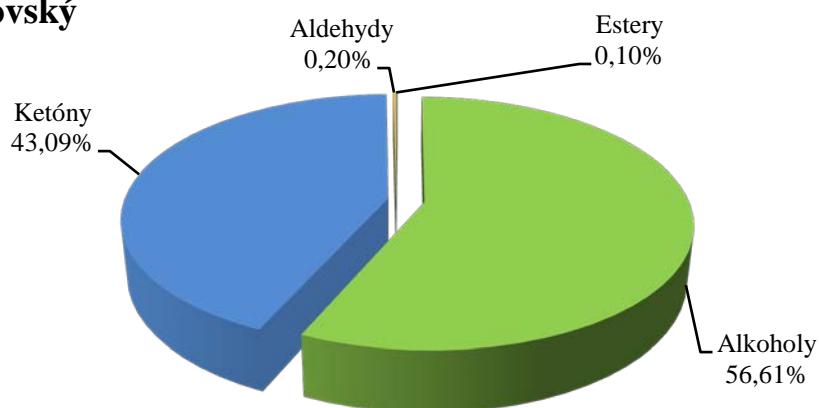
Tabuľka 13 *Koncentrácia AAL v odrode Peterburský*

Alkoholy	Koncentrácia [ng·ml⁻¹]
Methanol	$31,24 \cdot 10^3 \pm 3,26 \cdot 10^3$
Ethanol	$183,84 \cdot 10^3 \pm 23,11 \cdot 10^3$
N-propanol	$330,04 \pm 41,02$
Pentan-1-ol	$342,30 \cdot 10^3 \pm 2,26 \cdot 10^3$
Hexan-1-ol	$11,05 \pm 1,24$
E-3-hexanol	$24,96 \pm 18,52$
celkovo alkoholov	$249,39 \cdot 10^3 \pm 23,45 \cdot 10^3$
Ketóny	
3-hydroxy-2-butanon	$406,77 \cdot 10^3 \pm 1,90 \cdot 10^5$
celkovo ketónov	$406,77 \cdot 10^3 \pm 1,90 \cdot 10^5$
Aldehydy	
Ethanal	$1,06 \cdot 10^3 \pm 0,15 \cdot 10^3$
Heptanal	$3,69 \pm 1,02$
Oktanal	$916,32 \pm 697,71$
Fenylmethanal	$14,38 \pm 2,64$
celkovo aldehydov	$1,99 \cdot 10^3 \pm 0,71 \cdot 10^3$
Estery	
Ethyl-ethanoát	$15,22 \pm 1,51$
Ethyl-butanoát	$3,37 \pm 0,168$
Butyl-ethanoát	$204,19 \pm 10,75$
Ethyl-oktanoát	$3,80 \pm 1,02$
Ethyl-dekanoát	$3,06 \pm 0,21$
celkovo esterov	$229,65 \pm 10,91$
celkovo AAL	$658,68 \cdot 10^3 \pm 1931,93 \cdot 10^3$

4.1.2.6 Odroda Pavlovský

Odroda Pavlovský sa od ostatných meraných odrôd líši pomerne nízkym aromatickým profilom. Tvorí ju 11 AAL z toho 3 alkoholy, 4 aldehydy, 3 estery a 1 ketón. Koncentrácia týchto látok je ($221,29 \cdot 10^3 \pm 73,86 \cdot 10^3$ ng·ml⁻¹). Percentuálne sú najviac zastúpené alkoholy tvoria 56,61 % AAL, za alkoholmi nasledujú ketóny 43,09 % ďalej sú to aldehydy 0,20 % a estery 0,10 % (graf 8). Koncentráciu jednotlivých AAL udáva tabuľka 14.

Pavlovský



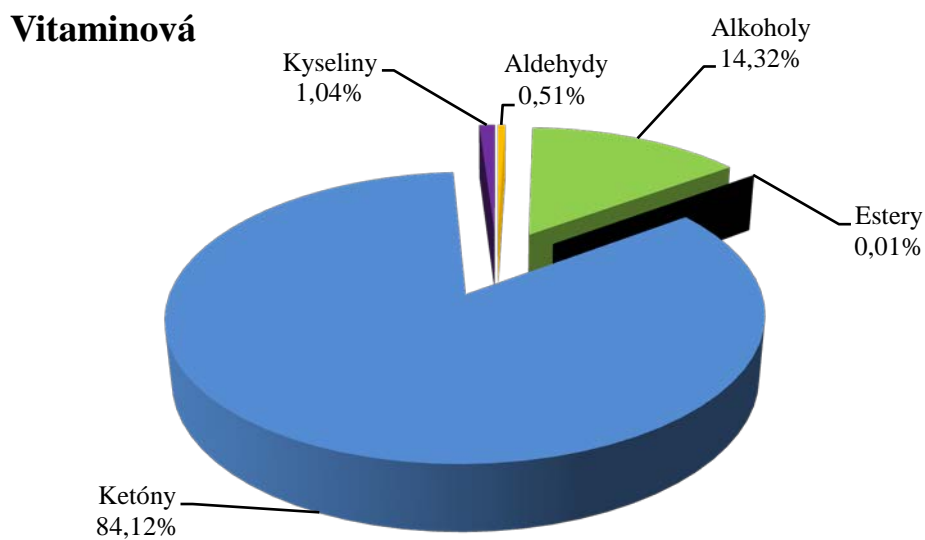
Graf 8 Percentuálne zastúpenie jednotlivých skupín AAL v odrode Pavlovský

Tabuľka 14 Koncentrácia AAL v odrode Pavlovský

Alkoholy	Koncentrácia [ng·ml ⁻¹]
Methanol	$393,13 \cdot 10^3 \pm 1,55 \cdot 10^3$
Ethanol	$859,41 \cdot 10^3 \pm 5,85 \cdot 10^3$
Nonan-2-ol	$12,09 \pm 0,93$
celkovo alkoholov	$125,27 \cdot 10^3 \pm 6,05 \cdot 10^3$
Aldehydy	
Ethanal	$319,58 \pm 71,39$
Heptanal	$1,69 \pm 0,072$
Oktanal	$115,09 \pm 5,32$
Fenylmethanal	$10,72 \pm 0,48$
celkovo aldehydov	$447,09 \pm 71,60$
Estery	
Ethyl-ethanoát	$5,05 \pm 0,21$
Ethyl-butanoát	$1,29 \pm 0,04$
Butyl-ethanoát	$225,19 \pm 0,15$
celkovo esterov	$231,52 \pm 14,94$
Ketóny	
3-hydroxy-2-butanon	$953,51 \cdot 10^3 \pm 73,61 \cdot 10^3$
celkovo ketónov	$953,51 \cdot 10^3 \pm 73,61 \cdot 10^3$
celkovo AAL	$221,29 \cdot 10^3 \pm 73,86 \cdot 10^3$

4.1.2.7 Odroda Vitaminová

Aromatický profil tejto odrody je zložený z 22 AAL. Túto skupinu látok tvorí 6 alkoholov, 6 esterov, 6 aldehydov, 2 kyseliny a 2 ketóny. Celková koncentrácia týchto látok je $(2992,22 \cdot 10^3 \pm 473,73 \cdot 10^3 \text{ ng}\cdot\text{ml}^{-1})$. Percentuálne najviac zastúpenou skupinou sú ketóny, tvoria 84,12 %. Alkoholy tvoria 14,32 %, kyseliny 1,04 %, aldehydy 0,51 % a najmenej zastúpenou skupinou látok sú estery 0,01 % (graf 9). Podobne Frechová [39] vo svojej práci stanovila celkovú koncentráciu AAL obsiahnutých v odrode Vitaminová na $(206,0 \cdot 10^3 \pm 1,9 \cdot 10^3 \text{ ng}\cdot\text{ml}^{-1})$. Tabuľka 15 udáva koncentráciu jednotlivých AAL v tejto odrode.



Graf 9 Percentuálne zastúpenie jednotlivých skupín AAL v odrode Vitaminová

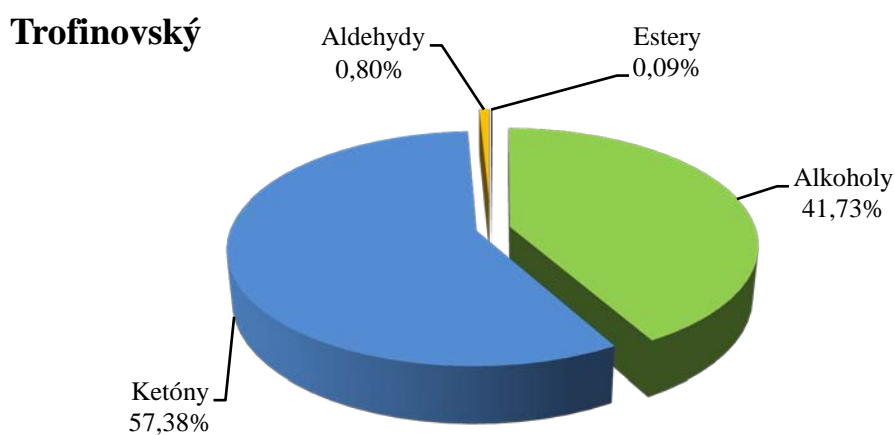
Tabuľka 15 Koncentrácia AAL v odrode Vitaminová

Alkoholy	Koncentrácia [$\text{ng}\cdot\text{ml}^{-1}$]
Ethanol	$419,77 \cdot 10^3 \pm 1,21 \cdot 10^5$
N-propanol	$532,15 \pm 49,54$
2-methylpropan-1-ol	$8001,15 \pm 4,81 \cdot 10^2$
Hexan-1-ol	$52,45 \pm 10,75$
Oktan-2-ol	$93,59 \pm 1,98$
Oktan-1-ol	$2,28 \pm 0,41$
celkovo alkoholov	$428,46 \cdot 10^3 \pm 121,23 \cdot 10^3$
Ketóny	
3-hydroxy-2-butanon	$251,69 \cdot 10^4 \pm 48,58 \cdot 10^4$
tridekan-2-on	$1,84 \cdot 10^{-6} \pm 3,76 \cdot 10^{-7}$
celkovo ketónov	$2516,94 \cdot 10^3 \pm 455,84 \cdot 10^3$
Aldehydy	
Ethanal	$14,50 \cdot 10^3 \pm 5,31 \cdot 10^3$

Pentanal	$5,16 \pm 1,5$
Heptanal	$5,63 \pm 0,83$
Oktanal	$584,73 \pm 74,32$
Fenylmethanal	$25,30 \pm 3,83$
E-2-hexanal	$168,19 \pm 29,80$
celkovo aldehydov	$15,29 \cdot 10^3 \pm 5,31 \cdot 10^3$
Estery	
Ethyl-ethanoát	$29,31 \pm 8,59$
Propyl-ethanoát	$29,27 \pm 3,98$
Ethyl-butanoát	$10,86 \pm 3,88$
Butyl-ethanoát	$229,00 \pm 25,36$
Ethyl-oktanoát	$16,34 \pm 4,72$
Ethyl-dekanoát	$1,74 \pm 0,23$
celkovo esterov	$316,51 \pm 27,75$
Kyseliny	
Kyselina ethanová	$30,91 \cdot 10^3 \pm 4,37 \cdot 10^4$
Kyselina butanová	$313,69 \pm 16,53$
celkovo kyselín	$31,22 \cdot 10^3 \pm 43,68 \cdot 10^3$
celkovo AAL	$2992,22 \cdot 10^3 \pm 473,73 \cdot 10^3$

4.1.2.8 Odroda Trofinovský

Aromatický profil odrody Trofinovský tvorí 25 AAL. Túto skupinu látok tvorí 10 alkoholov, 7 esterov, 5 aldehydov, 3 ketóny. Celková koncentrácia týchto zlúčenín je stanovená na $(1447,43 \cdot 10^3 \pm 140,07 \cdot 10^3 \text{ ng} \cdot \text{ml}^{-1})$. Percentuálne najviac zastúpenou skupinou sú ketóny 57,38 %, nasledované alkoholmi 41,73 %, aldehydmi 0,80 % a esterami 0,09 % (graf 10). Koncentráciu jednotlivých látok udáva tabuľka 16.



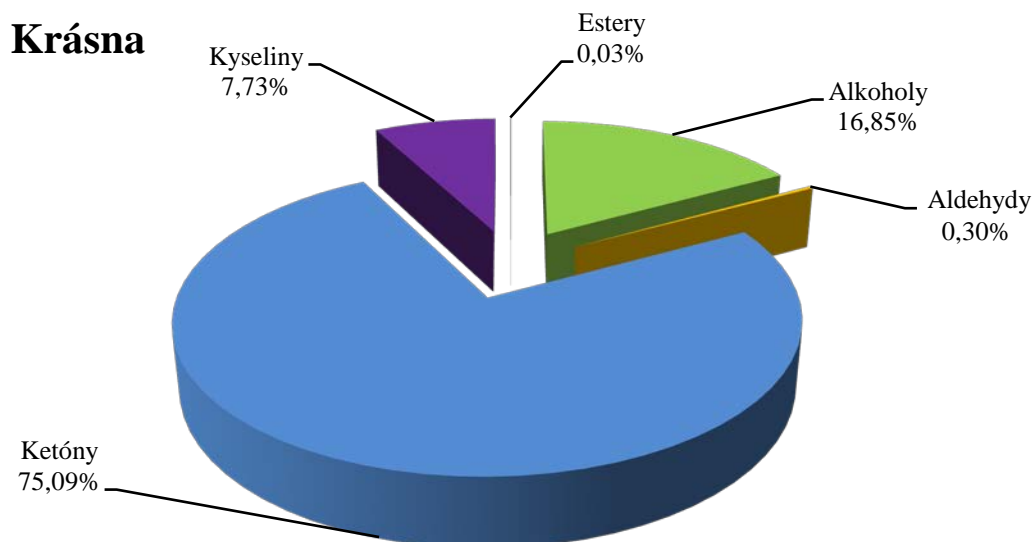
Graf 10 Percentuálne zastúpenie jednotlivých skupín AAL v odrode Trofinovský

Tabuľka 16 *Koncentrácia AAL v odrode Trofinovský*

Alkoholy	Koncentrácia [ng·ml⁻¹]
Methanol	$22,14 \cdot 10^3 \pm 1,75 \cdot 10^3$
Ethanol	$483,52 \cdot 10^3 \pm 111,55$
Pentan-2-ol	$7,77 \cdot 10^3 \pm 2,86 \cdot 10^3$
Butanol	$171,91 \pm 14,63$
3-methylbutan-1-ol	$901,19 \cdot 10^3 \pm 0,30 \cdot 10^3$
Heptan-2-ol	$28,54 \pm 33,61$
Hexan-1-ol	$128,01 \pm 18,30$
E-3-hexonol	$23,52 \pm 3,94$
Oktan-2-ol	$68,99 \pm 90,17$
Oktan-1-ol	$3,21 \pm 0,52$
celkovo alkoholov	$603,97 \cdot 10^3 \pm 111,60 \cdot 10^3$
Ketóny	
Methylisobuthyl ketón	$6,43 \pm 0,81$
3-hydroxy-2-butanon	$830,52 \cdot 10^3 \pm 97,31 \cdot 10^3$
tridekan-2-on	$1,5 \cdot 10^{-5} \pm 85,19 \cdot 10^{-5}$
celkovo ketónov	$830,52 \cdot 10^3 \pm 97,31 \cdot 10^3$
Aldehydy	
Ethanal	$9,58 \cdot 10^3 \pm 1,21 \cdot 10^3$
Heptanal	$39,09 \pm 2,17$
Oktanal	$1,86 \cdot 10^3 \pm 0,27 \cdot 10^3$
Nonanal	$2,83 \pm 0,42$
Fenylmethanal	$82,04 \pm 16,13$
celkovo aldehydov	$11,57 \cdot 10^3 \pm 1,24 \cdot 10^3$
Estery	
Methyl-ethanoát	$26,82 \pm 2,66$
Ethyl-ethanoát	$129,16 \pm 13,48$
Propyl-ethanoát	$15,60 \pm 1,47$
Ethyl-butanát	$148,33 \pm 21,83$
Butyl-ethanoát	$705,79 \pm 94,01$
Ethyl-oktanoát	$300,53 \pm 180,37$
Ethyl-dekanoát	$46,47 \pm 27,89$
celkovo esterov	$1,37 \cdot 10^3 \pm 0,21 \cdot 10^3$
celkovo AAL	$1447,43 \cdot 10^3 \pm 140,07 \cdot 10^3$

4.1.2.9 Odroda Krásna

Aromatický profil odrody Krásna tvorí 29 zlúčenín a to 13 alkoholov, 6 esterov, 3 ketóny, 5 aldehydov a 1 kyselina. Výsledná koncentrácia týchto zlúčenín je $(6234,70 \cdot 10^3 \pm 648,23 \cdot 10^3 \text{ ng} \cdot \text{ml}^{-1})$. Percentuálne sa na zložení najviac podieľajú ketóny 75,09 %. Alkoholy tvoria 16,85 % zloženia, kyseliny 7,73 %, aldehydy 0,3 % a estery 0,03 % (graf 11). Koncentráciu jednotlivých zlúčenín nachádzajúcich sa v tejto odrode udáva tabuľka 17.



Graf 11 Percentuálne zastúpenie jednotlivých skupín AAL v odrode Krásna

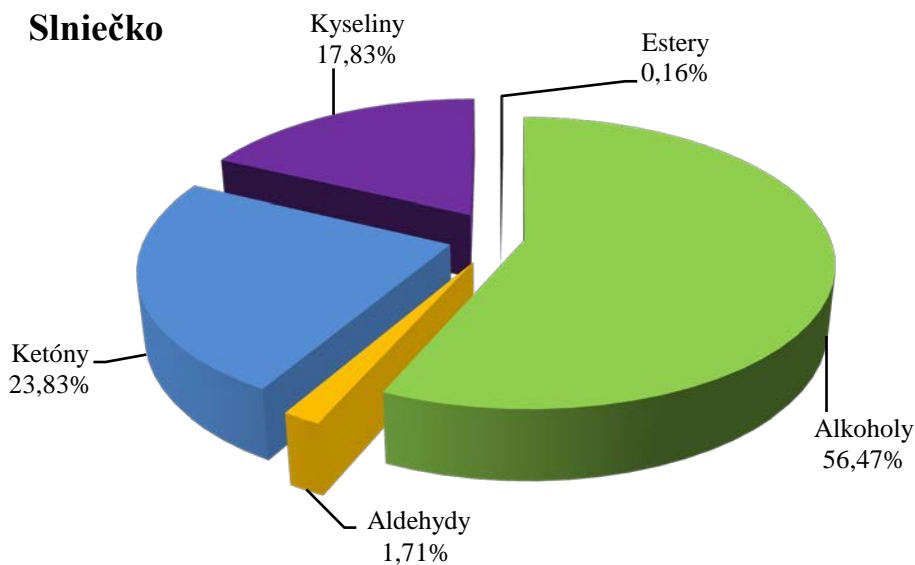
Tabuľka 17 Koncentrácia AAL v odrode Krásna

Alkoholy	Koncentrácia [$\text{ng} \cdot \text{ml}^{-1}$]
Methanol	$600,05 \cdot 10^3 \pm 21,07 \cdot 10^3$
Etanol	$266,78 \cdot 10^3 \pm 104,09 \cdot 10^3$
N-propanol	$3419,86 \pm 370,87$
2-methylpropan-1-ol	$763,09 \cdot 10^3 \pm 800,29 \cdot 10^3$
3-methylbutan-1-ol	$635,79 \cdot 10^3 \pm 0,26 \cdot 10^3$
Pentan-1-ol	$349,22 \pm 192,97$
Heptan-2-ol	$5,52 \pm 1,32$
Hexan-1-ol	$4,32 \cdot 10^3 \pm 1,41 \cdot 10^3$
Oktan-2-ol	$92,62 \pm 7,30$
Nonan-2-ol	$34,39 \pm 14,23$
Linalool	$1,35 \pm 0,29$
Oktan-1-ol	$43,94 \pm 1,0,33$
Benzylalkohol	$3,69 \cdot 10^3 \pm 1,57 \cdot 10^3$
celkovo alkoholov	$1050,84 \cdot 10^3 \pm 287,94 \cdot 10^3$
Ketóny	

Methylisobuthyl keton	$10,06 \pm 1,90$
3-hydroxy-2-butanon	$4681,33 \cdot 10^3 \pm 579,95 \cdot 10^3$
Undekan-2-on	$2,35 \pm 0,75$
Tridekan-2-on	$1,60 \cdot 10^{-5} \pm 5,09 \cdot 10^{-6}$
celkovo ketónov	$4681,35 \cdot 10^3 \pm 579,95 \cdot 10^3$
Aldehydy	
Ethanal	$18,42 \cdot 10^3 \pm 5,03 \cdot 10^3$
Pentanal	$12,20 \pm 9,18$
Heptanal	$16,10 \pm 5,61$
Oktanal	$370,75 \pm 79,31$
Nonanal	$3,49 \pm 1,84$
celkovo aldehydov	$18,83 \cdot 10^3 \pm 5,03 \cdot 10^3$
Estery	
Ethyl-ethanoát	$315,01 \pm 48,66$
Propyl-ethanoát	$62,95 \pm 18,98$
Ethyl-butanoát	$161,86 \pm 108,12$
Butyl-ethanoát	$1,11 \cdot 10^3 \pm 0,30 \cdot 10^3$
Ethyl-oktanoát	$62,37 \pm 14,52$
Ethyl-dekanoát	$3,43 \pm 1,25$
celkovo esterov	$1,72 \cdot 10^3 \pm 0,33 \cdot 10^3$
Kyseliny	
Kyselina ethanová	$481,96 \cdot 10^3 \pm 303,88 \cdot 10^3$
celkovo kyselín	$481,96 \cdot 10^3 \pm 303,88 \cdot 10^3$
celkovo AAL	$6234,70 \cdot 10^3 \pm 648,23 \cdot 10^3$

4.1.2.10 Odroda *Slniečko*

Táto odroda patrí tiež medzi tie odrody, ktoré majú výrazný aromatický profil. Skladá sa z 26 AAL z toho obsahuje 8 alkoholov, 7 esterov, 5 ketónov, 4 aldehydy a 2 kyseliny. Týchto 26 AAL má celkovú koncentráciu ($1016,80 \cdot 10^3 \pm 226,97 \cdot 10^3 \text{ ng} \cdot \text{ml}^{-1}$). Percentuálne najviac zastúpenou skupinou látok sú alkoholy 56,47 % nasledované ketónmi 23,83 %. Kyseliny tvoria 17,83 % aromatického profilu a najmenej zastúpené sú aldehydy 1,71 % a estery 0,16 % (graf 12). Koncentráciu jednotlivých látok udáva tabuľka 18.



Graf 12 Percentuálne zastúpenie jednotlivých skupín AAL v odrode Slniečko

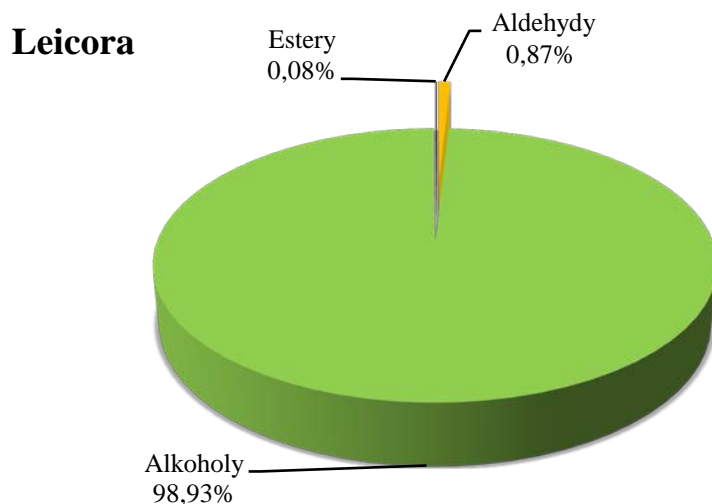
Tabuľka 18 Koncentrácia AAL v odrode Slniečko

Alkoholy	Koncentrácia [ng·ml ⁻¹]
Methanol	$34,81 \cdot 10^3 \pm 13,3 \cdot 10^3$
Ethanol	$534,44 \cdot 10^3 \pm 60,12 \cdot 10^3$
2-methylpropan-1-ol	$265,11 \cdot 10^3 \pm 2,85 \cdot 10^3$
Heptan-2-ol	$6,00 \pm 0,35$
Hexan-1-ol	$3,59 \cdot 10^3 \pm 4,35 \cdot 10^3$
Oktan-2-ol	$208,37 \pm 35,33$
Nonan-2-ol	$22,56 \pm 4,24$
Oktan-1-ol	$27,69 \pm 22,64$
celkovo alkoholov	$599,62 \cdot 10^3 \pm 61,81 \cdot 10^3$
Ketóny	
Methylisobutyl ketón	$14,58 \pm 3,13$
3-hydroxy-2-butanon	$252,97 \cdot 10^3 \pm 21,72 \cdot 10^3$
Udekan-2-on	$2,42 \pm 2,58$
Tridekan-2-on	$1,29 \cdot 10^{-5} \pm 1,45 \cdot 10^{-6}$
pentan-2-on	$16,03 \pm 8,08$
celkovo ketónov	$253,00 \cdot 10^3 \pm 61,81 \cdot 10^3$
Estery	
Ethyl-ethanoát	$101,24 \pm 19,12$
Methyl-ethanoát	$20,52 \pm 1,47$
Propyl-ethanoát	$8,89 \pm 0,88$
Ethyl-butanoát	$397,25 \pm 62,23$
Butyl-ethanoát	$595,75 \pm 6,63 \cdot 10^2$

Ethyl-oktanoát	$522,27 \pm 40,42$
Ethyl-dekanoát	$17,99 \pm 2,37$
celkovo esterov	$1,66 \cdot 10^3 \pm 0,67 \cdot 10^3$
Aldehydy	
Ethanal	$18,11 \cdot 10^3 \pm 5,67 \cdot 10^3$
Propanal	$3,52 \pm 0,34$
Nonanal	$2,54 \pm 0,77$
Fenylmethanal	$40,29 \pm 11,42$
celkovo aldehydov	$18,16 \cdot 10^3 \pm 5,67 \cdot 10^3$
Kyseliny	
Kyselina ethanová	$188,59 \cdot 10^3 \pm 27,89 \cdot 10^3$
Kyselina propionavá	$765,99 \pm 22,24$
celkovo kyselín	$189,67 \cdot 10^3 \pm 27,89 \cdot 10^3$
celkovo AAL	$1016,80 \cdot 10^3 \pm 226,97 \cdot 10^3$

4.1.2.11 Odroda Leicora

Aromatický profil odrody Leicora tvorí 14 AAL z toho 6 alkoholov, 4 estery, 3 aldehydy. Celková koncentrácia týchto látok je ($582,72 \cdot 10^3 \pm 29,51 \cdot 10^3 \text{ ng} \cdot \text{ml}^{-1}$). Percentuálne najviac zastúpenou skupinou látok sú alkoholy 98,93 %, ďalšími látkami sú aldehydy 0,87 % a estery 0,08 % (graf 13). Koncentráciu jednotlivých látok udáva tabuľka 19.



Graf 13 Percentuálne zastúpenie jednotlivých skupín AAL v odrode Leicora

Tabuľka 19 Koncentrácia AAL v odrode Leicora

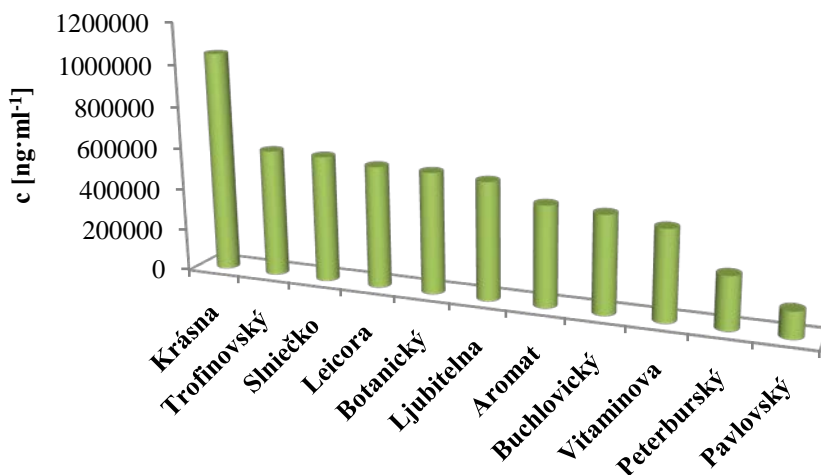
Alkoholy	Koncentrácia [$\text{ng} \cdot \text{ml}^{-1}$]
Methanol	$373,54 \cdot 10^3 \pm 8,44 \cdot 10^3$
Ethanol	$451,66 \cdot 10^3 \pm 27,61 \cdot 10^3$

N-propanol	$436,54 \pm 4,94 \cdot 10^1$
3-methylbutan-1-ol	$869,87 \cdot 10^3 \pm 5,90 \cdot 10^3$
heptan-2-ol	$2,00 \pm 2,48 \cdot 10^{-1}$
E-3-hexanol	$17,09 \pm 1,97 \cdot 10^{-1}$
celkovo alkoholov	$576,45 \cdot 10^3 \pm 29,46 \cdot 10^3$
Aldehydy	
Heptanal	$5,04 \cdot 10^3 \pm 1,72 \cdot 10^3$
Oktanal	$694,75 \pm 2,56 \cdot 10^1$
Fenylmethanal	$26,13 \pm 1,58 \cdot 10^1$
celkovo aldehydov	$5,08 \cdot 10^3 \pm 1,72 \cdot 10^3$
Estery	
Ethyl-ethanoát	$17,61 \pm 2,09$
Ethyl-butanoát	$5,00 \pm 5,38 \cdot 10^{-1}$
Butyl-ethanoát	$461,13 \pm 3,88 \cdot 10^2$
Ethyl-oktanoát	$5,36 \pm 1,83$
celkovo esterov	$0,49 \cdot 10^3 \pm 0,39 \cdot 10^3$
celkovo AAL	$582,72 \cdot 10^3 \pm 29,51 \cdot 10^3$

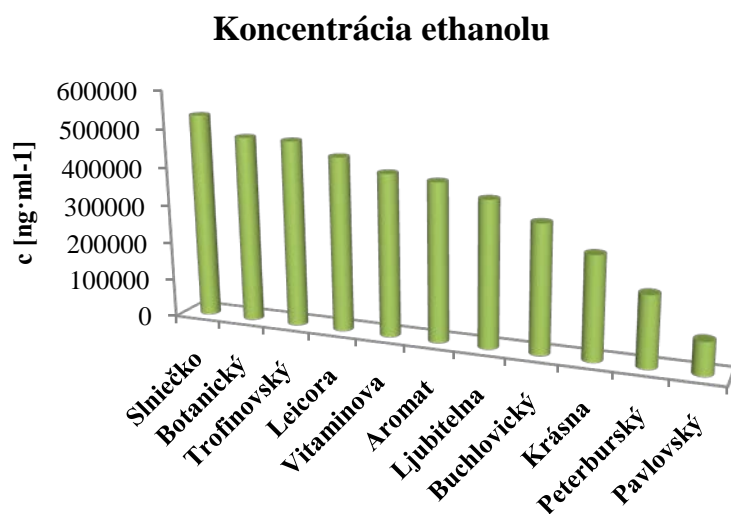
4.1.3 Porovnanie obsahu jednotlivých skupín AAL v odrodách

Jednotlivé odrody rakytníka rešetliakového obsahovali skupiny AAL ako sú alkoholy, aldehydy, ketóny, estery, kyseliny. Najčastejšie vyskytujúcimi sa skupinami látok boli alkoholy, aldehydy, ketóny a estery. Graf 14 zobrazuje porovnanie koncentrácií alkoholov. Najväčšia koncentrácia alkoholov ($1050,84 \cdot 10^3 \pm 287,94 \cdot 10^3 \text{ ng} \cdot \text{ml}^{-1}$) je v odrode Krásna. Najviac zastúpenou AAL z tejto skupiny bol ethanol. Koncentráciu ethanolu v jednotlivých odrodách zobrazuje graf 15.

Porovnanie koncentrácií alkoholov v odrodách

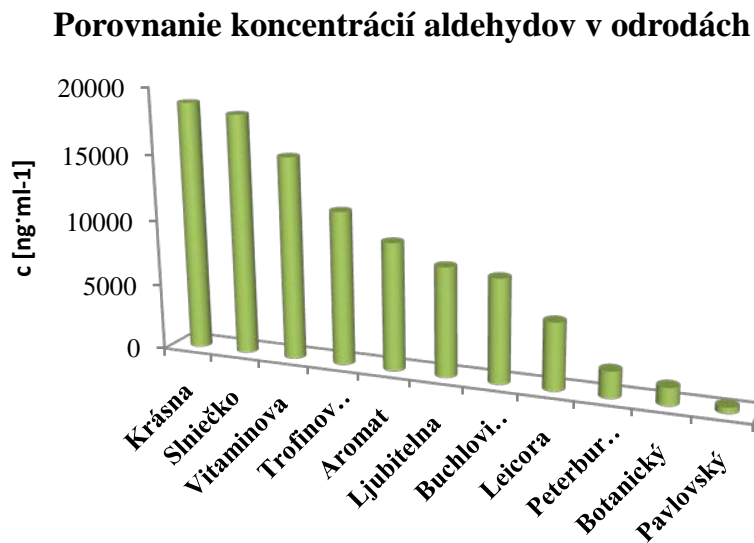


Graf 14 Porovnanie koncentrácií alkoholov v jednotlivých odrodách

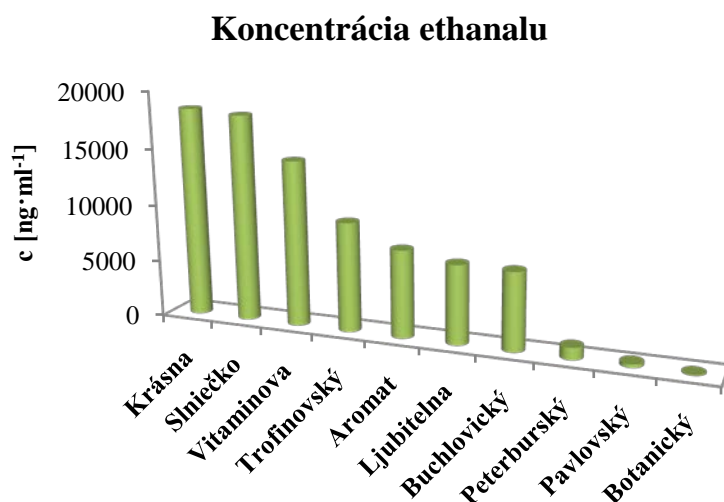


Graf 15 Porovnanie koncentrácií ethanolu v jednotlivých odrodách

Pri porovnaní koncentrácií aldehydov v odrodách sa najväčšie množstvo týchto AAL nachádza v odrode Krásna ($18,83 \cdot 10^3 \pm 5,03 \cdot 10^3 \text{ ng} \cdot \text{ml}^{-1}$) najmenej v odrode Pavlovský ($447,09 \pm 71,60 \text{ ng} \cdot \text{ml}^{-1}$). Najviac zastúpenou zlúčeninou je ethanal. Jedinou odrodou, kde sa táto zlúčenina nenachádza je Leicora. Graf 16 zobrazuje koncentráciu aldehydov v odrodách, následne graf 17 porovnáva koncentráciu ethanal v odrodách.

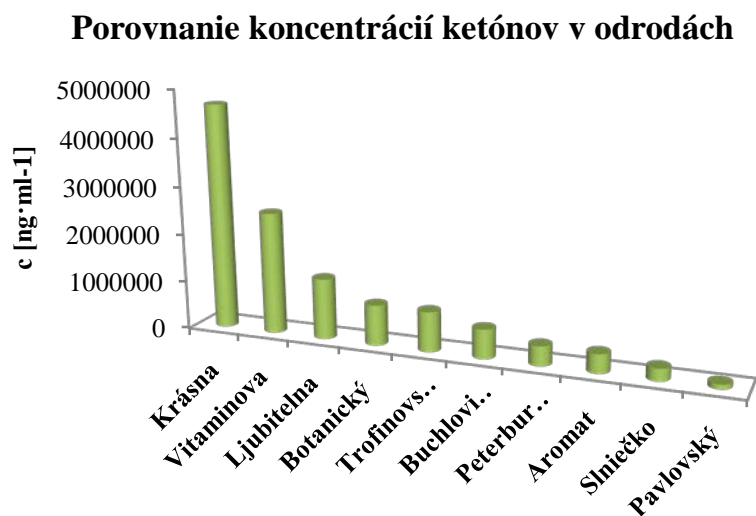


Graf 16 Porovnanie koncentrácií aldehydov v jednotlivých odrodách



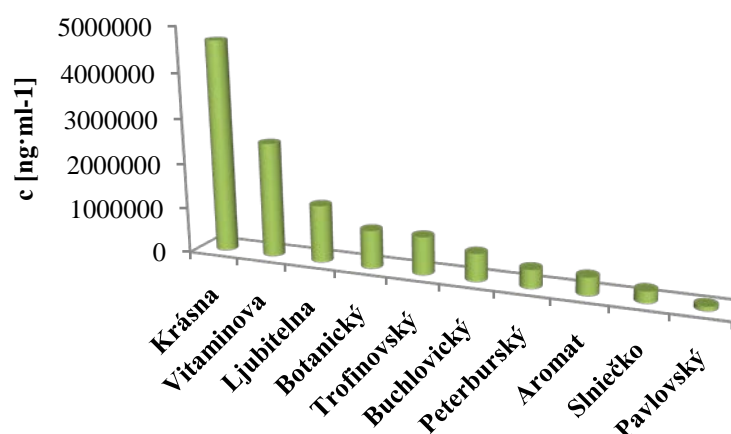
Graf 17 Porovnanie koncentrácií aldehydov v jednotlivých odrodách

V grafe 18 je porovnaná koncentrácia ketónov, pričom táto skupina AAL má v jednotlivých odrodách veľké zastúpenie. Túto vysokú koncentráciu ketónov spôsobuje prítomnosť zlúčeniny 3-hydroxy-2-butanon. Jedinou odrodou, kde sa táto AAL nevyskytuje je odroda Leicora. Koncentrácie 3-hydroxy-2-butanonu zobrazuje graf 19.



Graf 18 Porovnanie koncentrácií ketónov v jednotlivých odrodách

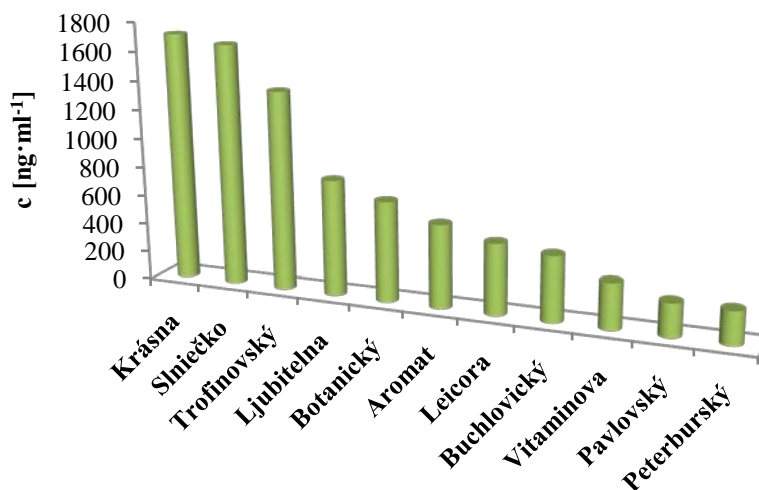
Koncentrácia 3-hydroxy-2-butanonu



Graf 19 Porovnanie koncentrácie 3-hydroxy-2-butanonu v jednotlivých odrodách

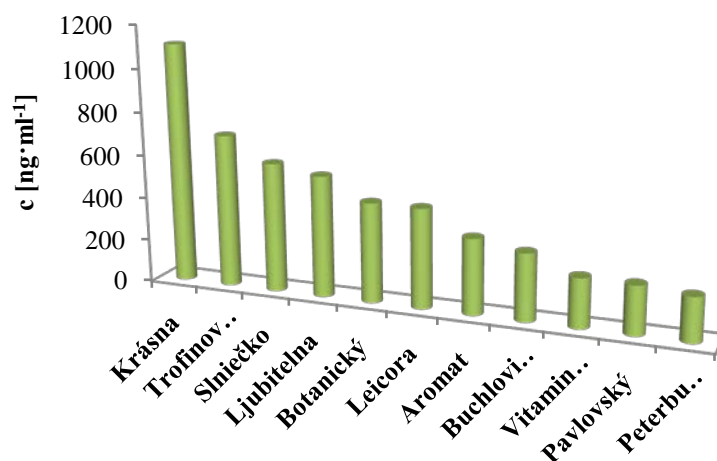
Graf 20 porovnáva koncentráciu esterov nachádzajúcich sa v odrodách. Najväčšie zastúpenie esterov je v odrode Krásna ($1,72 \cdot 10^3 \pm 0,33 \cdot 10^3$ ng·ml⁻¹) zatiaľ čo najmenšia koncentrácia esterov sa nachádza v odrode Peterburský ($229,65 \pm 10,91$ ng·ml⁻¹). Na celkovej koncentrácii esterov sa najviac podieľa butyl-ethanoát, ktorý sa nachádza v každej z jedenástich odrôd. Graf 21 udáva koncentrácie butyl-ethanoátu v jednotlivých odrodách.

Porovnanie koncentrácií esterov v odrodách



Graf 20 Porovnanie koncentrácie esterov v jednotlivých odrodách

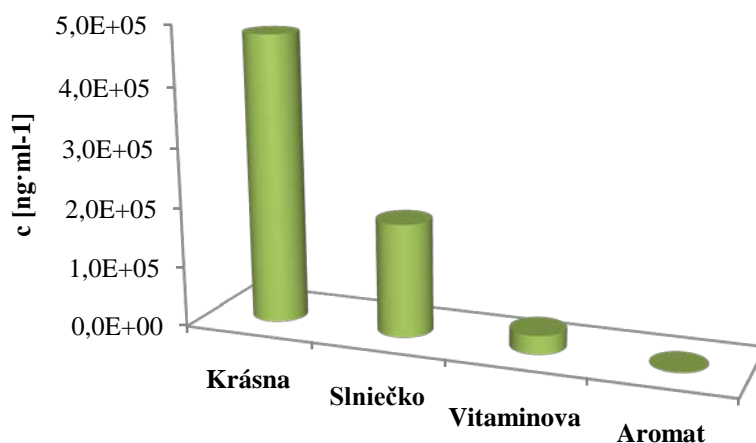
Koncentrácia ethyl-butanoát



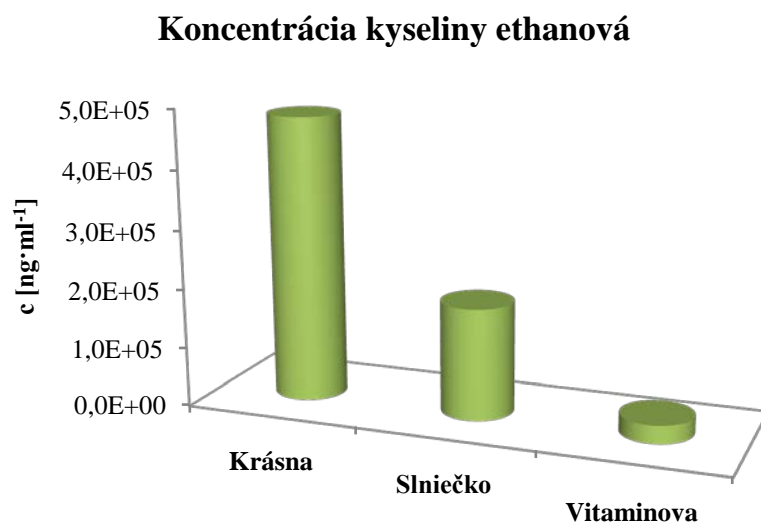
Graf 21 Porovnanie koncentrácie octanu butylnatého v jednotlivých odrodách

Pomerne málo zastúpenou skupinou AAL boli organické kyseliny. Táto skupina látok sa vyskytla len v štyroch odrodách, pričom najvyššie zastúpenie bolo v odrode Krásna ($481,96 \cdot 10^3 \pm 303,88 \cdot 10^3 \text{ ng} \cdot \text{ml}^{-1}$) a najnižšie v odrode Aromat ($1,17 \cdot 10^3 \pm 96,63 \text{ ng} \cdot \text{ml}^{-1}$). Graf 22 zobrazuje porovnanie koncentrácií kyselín v odrodách. Na celkovej koncentrácii organických kyselín sa najviac podieľala kyselina ethanová. Porovnanie koncentrácie kyseliny ethanovej v odrodách udáva graf 23.

Porovnanie koncentrácií kyselín v odrodách



Graf 22 Porovnanie koncentrácie kyselín v jednotlivých odrodách



Graf 23 Porovnanie koncentrácie kyseliny ethanovej v jednotlivých odrodách

5 ZÁVER

Cieľom bakalárskej práce bolo pomocou metódy SPME-GC-FID identifikovať a kvantifikovať aromaticky aktívne látky v netradičných typoch drobného ovocia. Do tejto skupiny patrí aj rakytník rešetliakový (*Hippophaë rhamnoides L.*), ktorý bol vybraný pre experimentálnu časť tejto práce. Obsahom biologicky aktívnych látok patrí rakytník medzi cenené potravinárske a liečivé rastliny. Plody žltó-oranžovej farby sú zdrojom flavonoidov a vitamínu C, tiež obsahujú karotenoidy, tokoferoly, anthokyany, katechiny, pektínové látky, triesloviny, vitamíny B1, B2, kyselinu listovú, cholín, mastné kyseliny a iné. Komerčné využitie rakytníka ako potraviny je závislé na jeho dobrých chuťových a aromatických vlastnostiach, ktoré sú tvorené predovšetkým obsahom tzv. aromaticky aktívnych látok.

Na extrakciu aromaticky aktívnych látok z 11 vybraných odrôd rakytníka rešetliakového bola použitá metóda SMPE a k identifikácii a kvantifikácii bola použitá plynová chromatografia s FID detekciou. Touto metódou bolo v jednotlivých odrodách identifikovaných celkovo 29 AAL, ktoré patria do skupín aldehydy, alkoholy, estery, ketóny a organické kyseliny. Na aromatickom profile sa najviac podieľali ketóny a alkoholy, v menšej miere to boli estery, aldehydy a organické kyseliny. Najaromatickejší profil mala odroda Krásna. Aromatický profil tejto odrody tvorilo 29 zlúčenín. V ďalších odrodách bolo priemerne identifikovaných 20 AAL. Najmenej aromaticky aktívnych látok bolo identifikovaných v odrode Pavlovsky a to 11. Z hľadiska koncentrácií AAL v jednotlivých odrodách bola stanovená najvyššia koncentrácia v odrode Krásna ($6234,70 \cdot 10^3 \pm 648,23 \cdot 10^3 \text{ ng} \cdot \text{ml}^{-1}$), zatiaľ čo najnižšia koncentrácia bola v odrode Pavlovsky ($221,29 \cdot 10^3 \pm 73,86 \cdot 10^3 \text{ ng} \cdot \text{ml}^{-1}$). Na aromatickom profile sa v najväčšej miere podieľali ethanol, 3-hydroxy-2-butanon, ethanal, butyl-ethanoát a kyselina ethanová. V dnešnej dobe narastajúca informovanosť o výživovej hodnote potravín vedie k zvyšovaniu záujmu o rakytník ako o špeciálny doplnok stravy a je vhodné prehĺbiť znalosti o jeho zložení, výživovej hodnote, senzorických aj iných vlastnostiach. Štúdiu senzorickej kvality rakytníku sa budem venovať aj v nadväzujúcej diplomovej práci.

6 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- [1] BAJER, J., JABLONSKÝ, I. *Rakytník - jeho pěstování a využití*. Brno : Tribun EU s.r.o, 2008. 52 s. ISBN 978-80-7399-516-4.
- [2] VALÍČEK, P., HAVELKA, E. V. *Rakytník řešetlákový, Hippophae rhamnoides, Rostlina budoucnosti*. 1.vyd. Benešov: START, 2008. 86 s. ISBN 978-80-86231-44-0
- [3] KER RAKYTNÍKA REŠETLIAKOVÉHO [online]. 2011; [cit. 2011-11-19] Dostupné z WWW: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Sea-buckthorn>>
- [4] PLODY RAKYTNÍKA REŠETLIAKOVÉHO [online]. 2011; [cit. 2011-11-19] Dostupné z WWW:
< http://www.zahradnictvolimbach.sk/images/liecive_ovocie/hippophae_rhamnoidesv.jpg>
- [5] GULIYEV, V. B., GUL, M., YILDIRIM, A. *Hippophae rhamnoides* L.: chromatographic methods to determine chemical composition, use in traditional medicine and pharmacological effect . *Journal of chromatography*. 2004, vol. 812, no. 1-2, pp. 291-307.
- [6] SURYAKUMAR, G., GUPTA, A. Medicinal and therapeutic potential of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *Journal of Ethnopharmacology*. 2011, vol. 138, no. 2, pp.268-278
- [7] *Hippophae rhamnoides* L.[online].2011; [cit. 2011-11-23] Dostupné z WWW: <http://nd04.jxs.cz/833/525/0b8714a507_69344164_o2.jpg>
- [8] VINCZE, I., BÁNYAI - STEFANOVITS, É., VAITA, G. Concentration of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) juice with membrane separation. *Separation and Purification Technology*. 2007, vol. 57, no. 3, pp. 455-460
- [9] PAPRŠTEIN, F., a kol. *Technologie pěstování a množení rakytníku řešetlákového (Hippophae rhamnoides L.)*. Holovousy : Výzkumný a šlechtitelský ústav ovocnářský, 2009. 29 s. ISBN 978-80-87030-07-3.
- [10] BARTISH, I. V., a kol. Inter- and intraspecific genetic variation in *Hippophae* (*Elaeagnaceae*) investigated by RAPD markers. *Plant Systematic and Evolution*. 2000, vol. 225, no. 1-4, pp. 85-101.
- [11] LI, T.S.C., BEVERIDGE, T.H.J. *Sea Buckthorn (Hippophae rhamnoides L.): Production and Utilization*. Ottawa : National Research Council of Canada, 2003. 129 s. ISBN 0-660-19007-9.
- [12] KVETY RAKYTNÍKA REŠETLIAKOVÉHO [online]. 2011; [cit. 2011-11-23] Dostupné z WWW: <http://www.pepiniere-brochetlanvin.com/grande/14042/hippophae_rhamnoides_polmix_.jpg>
- [13] CARIN, A. Essential oil and fatty acid composition of the fruits of *Hippophae rhamnoides* L. (Sea Buckthorn) and *Myrtus communis* L. from Turkey. *Biochemical systematics and ecology*. 2004, vol. 32, no. 9, pp. 809-816
- [14] PLODY RAKYTNÍKA REŠETLIAKOVÉHO [online]. 2011; [cit. 2011-11-23] Dostupné z WWW: <http://www.obst-trautner.de/images/l_sanddorn.jpg>
- [15] ZEB, A. Chemical and Nutritional Constituents of Sea Buckthorn Juice. *Pakistan Journal of Nutrition* 3. 2004, vol. 2, pp. 99-106.
- [16] BEVERIDGE, T., a kol. Sea Buckthorn Products: Manufacture and Composition. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 1999, vol. 47, pp. 3480-3488.
- [17] YANG, B., KALLIO, H. Composition and physiological effect of sea buckthorn (*Hippophae*) lipids. *Food science and technology*. 2002, vol. 13, no. 5, pp. 160-167
- [18] CAKIR, A. Essential oil and fatty acid composition of the fruits of *Hippophae rhamnoides* L. (Sea Buckthorn) and *Myrtus communis* L. from Turkey. *Biochemical Systematics and Ecology*. 2004, vol. 32, no. 9, pp. 809-816.

- [19] ZU, Y., a kol. Simultaneous determination of catechin, rutin, quercetin kaempferol and isorhamnetin in the extract of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) leaves by RP-HPLC with DAD. *Journal of Pharmaceutical and Biochemical analysis*. 2006, vol. 41, no. 3, pp. 714-719
- [20] ROSCH, D., a kol. Structure-Antioxidant Efficiency Relationships of Phenolic Compounds and Their Contribution to the Antioxidant Activity of Sea Buckthorn Juice. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2003, vol. 51, no. 15, pp. 4233-4239.
- [21] ANDERSSON, S.C., OLSSON, M.K., JOHANSSON, E., RUMPUNEN K. Carotenoids in Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) Berries during Ripening and Use of Pheophytin a as a Maturity Marker. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2009, vol. 57, no. 1, pp. 250-258
- [22] ERCISLI, S., ORHAN, E., OZDEMIR, O.; SENGUL, M. The genotypic effects on the chemi composition and antioxidant aktivty of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries grown in Turkey. *Scientia Hortuculturae* . 2007, vol. 115, no. 1, pp. 27-33
- [23] ANDERSSON, S. C., a kol. Tocopherols and Tocotrienols in Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) Berries during Ripening. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 2008, vol. 56, no. 15, pp. 6701-6706.
- [24] GUTZEIT, D., a kol. Determinativ of Processing Effects and of Storage Stability on Vitamin K₁ (Phylloquinone) in Sea Buckthorn Berries (*Hippophae rhamnoides* L.ssp. *rhamnoides*) and Related Product. *Journal of Food Scienc*. 2007, vol. 72, no. 9, pp. 491 - 498
- [25] RAKYTNÍKOVÝ SIRUP [online]. 2012; [cit. 2012-01-28] Dostupné z WWW: <<http://cms.tvujdum.cz/userdata/images/50915rakytnikis5056012.jpg>>
- [26] RAKYTNÍKOVÝ OLEJ 2012; [cit. 2012-01-28] Dostupné z WWW: <<http://www.pharmaactiv.sk/sk/produkt.php?id=8>>
- [27] BAJER, J. Rakytník řešetlákový – rakytník rešetliakový (*Hippophae rhamnoides* L.) [online]. 2012; [cit. 2012-01-28] Dostupné z WWW: <<http://www.liecive.herba.sk/index.php/rok-2008/50-5-2008/136-rakytnik-resetlakovy-rakytnik-resetliakovy-.html>>
- [28] RAKYTNÍKOVÝ OLEJ [online] 2012; [cit. 2012-01-30] Dostupné z WWW: <http://img.ahaonline.cz/img/18/full/833346-img-terezia-company.jpg>
- [29] ZEB, A. Important therapeutic uses of Sea Buckthorn (*Hippophae*): A review. *Journal of biological sciences*. 2004, vol. 4, no. 5, pp. 687-693. ISSN 1727-3048.
- [30] RAKYTNÍK AKO VYŽÍVOVÝ DOPLNOK [online] 2012; [cit. 2012-01-30] Dostupné z WWW: <http://www.vegi.cz/sk/produkt/rakytnik_resetliakovy>
- [31] SOJÁK, L., HUTTA, M., ŽEMBÉRYOVÁ, M. *Plynová chromatografia v enviromentalnej analýze* [online]. Bratislava : [s.n.], 2002 [cit. 2011-11-12]. Dostupné z WWW: <http://www.fns.uniba.sk/uploads/media/GC_v_Environmentalnej_chemii_02.pdf>.
- [32] KLOUDA, P. *Moderní analytické metody*. 2., upr. a dopl. vyd. Ostrava : Pavel Klouda, 2003. 132 s. ISBN 80-863-6907-2.
- [33] VOLKA, K., FOGL, J., POPL, M., et al. *Analytická chemie II*. 1. vyd. Praha : VŠCHT, 1997. 236 s. ISBN 80-708-0227-8.
- [34] SCHÉMA PLYNOVÉHO CHROMATOGRAFU [online] 2011; [cit. 2011-11-25] Dostupné z WWW: <<http://sk.wikipedia.org/wiki/S%C3%BAbor:SchemaGC.png>>
- [35] KATAOKA, H., LORD, H. L., PAWLISZYN. Janusz. Applications of solid - phase microextraction in food analysis. *Journal of Chromatography*. 2000, vol. 880, no. 1-2, pp. 35 - 62
- [36] HÁLKOVÁ, J., RUMÍŠKOVÁ, M., RIEGLOVÁ, J. *Analýza potravín*. 2. vyd., Újezd

u Brna: RNDr. Ivan Straka, vydavatel odborných publikací, 2001, 101 s. ISBN 80-86494-02-0

[37] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. *Chemie potravin*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor : OSSIS, 2009. 644 s. ISBN 978-80-86659-16-9.

[38] TIITINEN, K., HAKALA, M., KALLIO, H. Headspace volatiles from frozen berries of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) varieties. *European Food Research and Technology*. 2006, vol. 223, no. 4, pp. 455-460.

[39] FRECHOVÁ, V. *Stanovení aromaticky aktivních látek ve vybraných typech ovoce*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2011. 102 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Eva Vítová, Ph.D.

7 POUŽITÉ SKRATKY A SYMBOLY

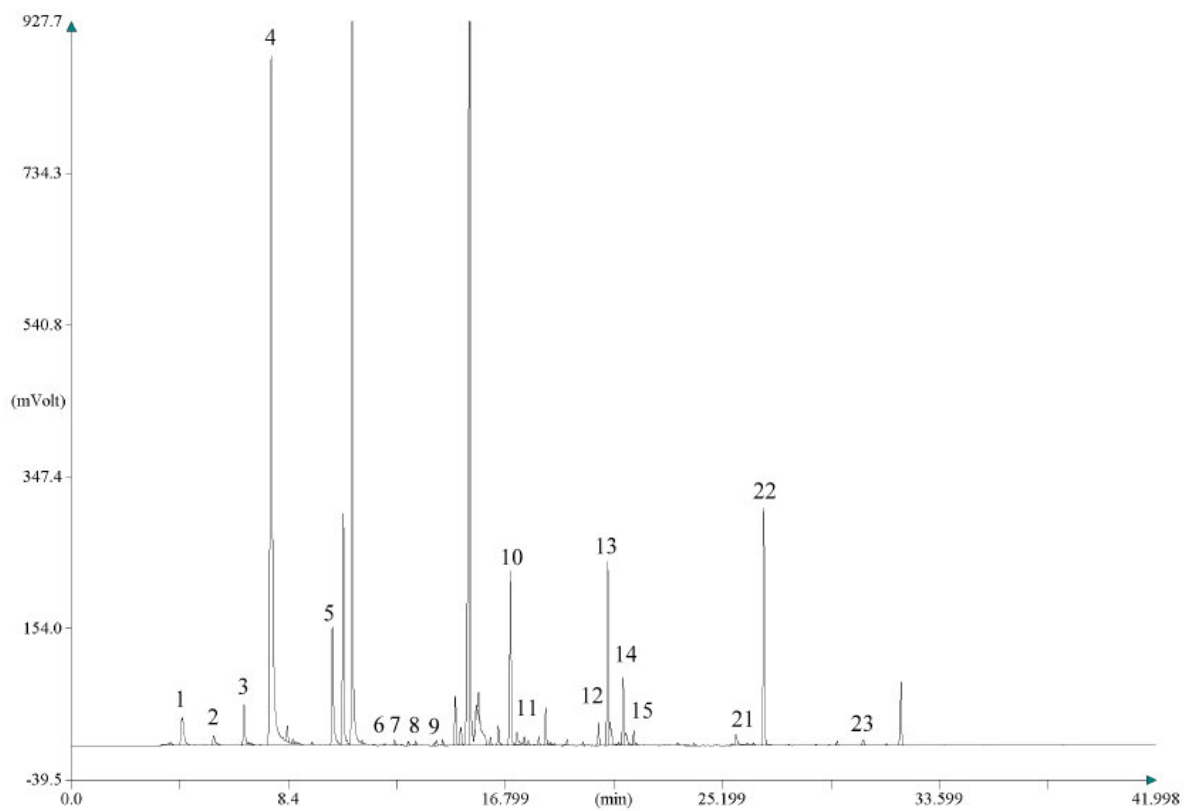
AAL	aromatický aktivní látky
GC	plynová chromatografie
SPME	mikroextrakce tuhou fází (solid phase microextraction)
R_c	retenční čas
FID	flame ionization detector

8 ZOZNAM PRÍLOH

- PRÍLOHA 1:** Chromatogram aromatických látok v odrode Aromat
- PRÍLOHA 2:** Chromatogram aromatických látok v odrode Botanický
- PRÍLOHA 3:** Chromatogram aromatických látok v odrode Buchlovický
- PRÍLOHA 4:** Chromatogram aromatických látok v odrode Pavlovský
- PRÍLOHA 5:** Chromatogram aromatických látok v odrode Trofinovský
- PRÍLOHA 6:** Chromatogram aromatických látok v odrode Peterburský
- PRÍLOHA 7:** Chromatogram aromatických látok v odrode Leicora
- PRÍLOHA 8:** Chromatogram aromatických látok v odrode Vitaminová
- PRÍLOHA 9:** Chromatogram aromatických látok v odrode Slniečko
- PRÍLOHA 10:** Chromatogram aromatických látok v odrode Ljubitelna
- PRÍLOHA 11:** Chromatogram aromatických látok v odrode Krásna
- PRÍLOHA 12:** Vzorka odrody Aromat
- PRÍLOHA 13:** Vzorka odrody Pavlovský
- PRÍLOHA 14:** Vzorka odrody Vitaminová
- PRÍLOHA 15:** Vzorky odrody Krásna

9 PRÍLOHA

PRÍLOHA 1: Chromatogram aromatických látok v odrode Aromat

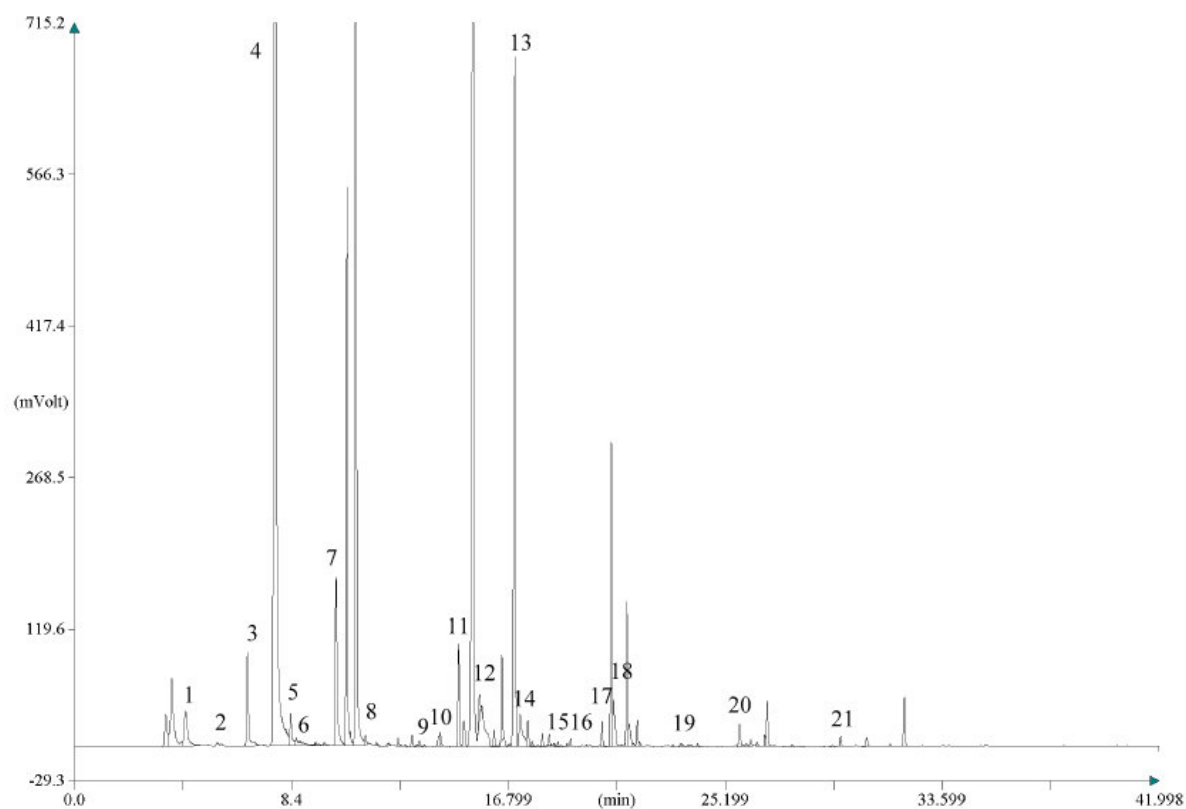


Chromatogram aromatických látok v odrode Aromat – legenda

	Látka	R _t [min]
1	Ethanal	4,30
2	Methyl-ethanoát	5,68
3	Ethyl-ethanoát	6,69
4	Ethanol	7,74
5	Ethyl-butanoát	10,11
6	Butyl-ethanoát	11,25
7	Butanol	13,35
8	Heptanal	14,10
9	3-methylbutan-1-ol	14,85
10	Oktanal	17,01
11	3-hydroxy-2-butanon	17,24

12	Hexan-1-ol	18,71
13	E-3 -hexenol	19,07
14	Nonanal	19,82
15	Oktan - 2 - ol	20,42
16	Ethyl-oktanoát	20,86
17	Okt-1-en-3- ol	21,20
18	Fenylmethanal	23,47
19	Oktan-1-ol	23,86
20	Kyselina 2-methylpropánová	24,11
21	Ethyl-oktanoát	25,73
22	Fenylethanal	26,41
23	Tridekan-2-on	29,65

PRÍLOHA 2: Chromatogram aromatických látok v odrode Botanický

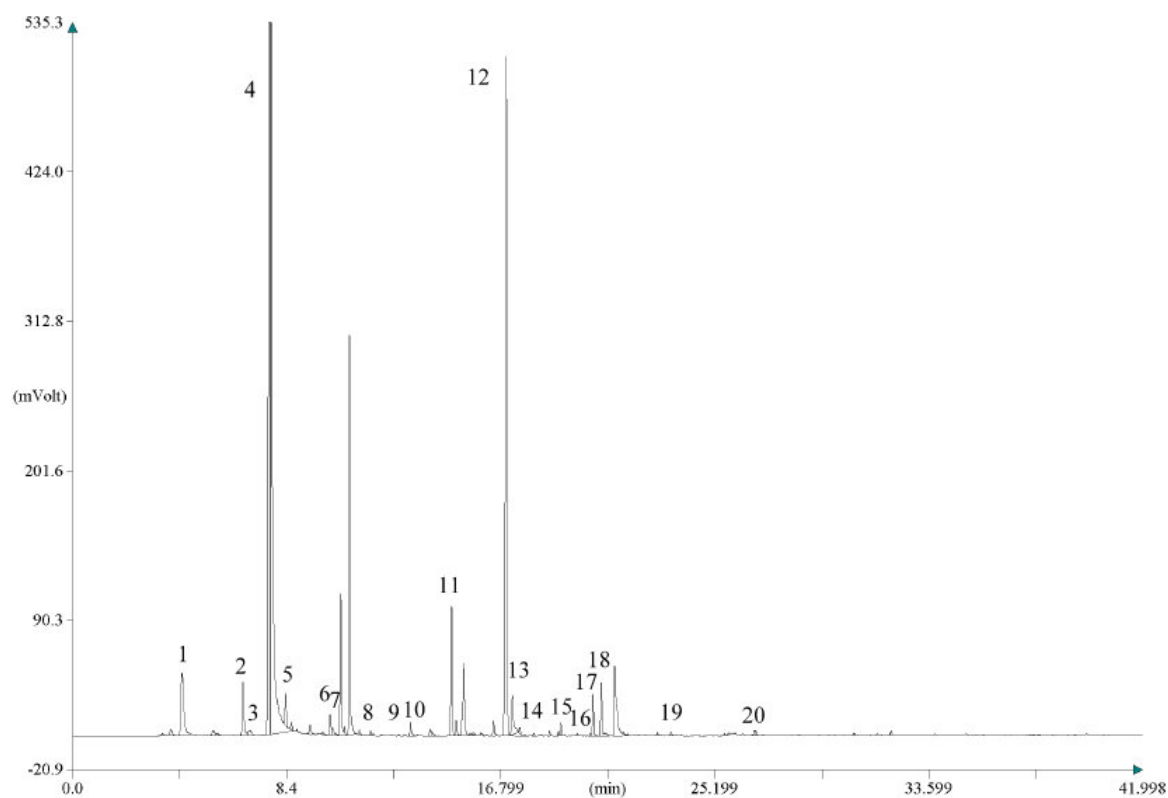


Chromatogram aromatických látok v odrode Botanický – legenda

	Látka	Rč [min]
1	Ethanal	4,31
2	Methyl-ethanoát	5,71
3	Ethyl-ethanoát	6,70
4	Ethanol	7,76
5	Propyl-ethanoát	8,60
6	Pentanal	8,73
7	Ethyl-butanoát	10,13
8	Butyl-ethanoát	11,27
9	Butanol	13,36
10	Heptanal	14,11
11	3-methylbutan-1-ol	14,88

12	Pentan-1-ol	16,00
13	Oktanal	17,04
14	3-hydroxy-2-butanon	17,26
15	Heptan-2-ol	17,71
16	Hexan-1-ol	18,72
17	Oktan - 2 -ol	20,43
18	Ethyl-oktanoát	20,88
19	Fenylmethanal	23,48
20	Ethyl-dekanoát	25,74
21	tridekan-2-on	29,66

PRÍLOHA 3: Chromatogram aromatických látok v odrode Buchlovický

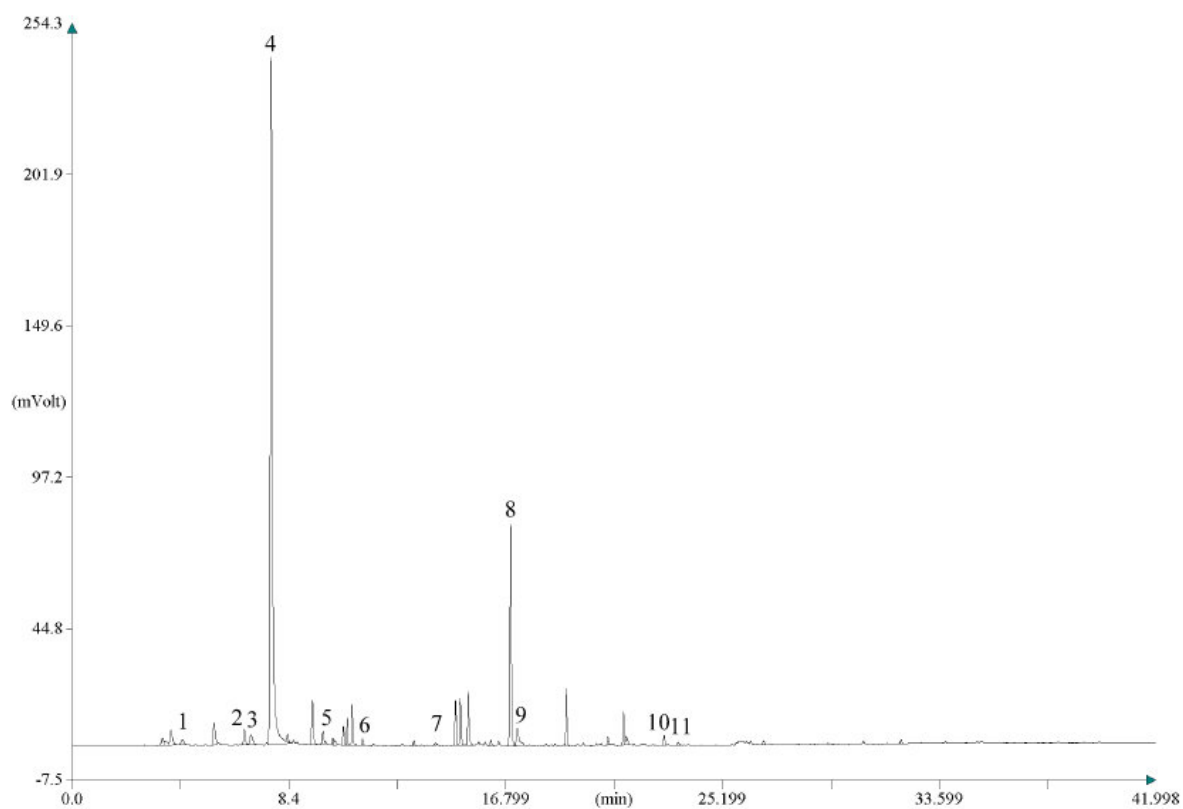


Chromatogram aromatických látok v odrode Buchlovický – legenda

	Látka	Rč [min]
1	Ethanal	4,29
2	Ethyl-ethanoát	6,69
3	Methanol	6,95
4	Ethanol	7,75
5	Propyl-ethanoát	8,59
6	Ethybutanoát	10,11
7	N - propanol	10,21
8	Butyl-ethanoát	11,26
9	2-methylpropan-1-ol	11,69
10	Heptanal	14,12

11	3-methylbutan-1-ol	14,89
12	Oktanal	17,01
13	3 - hydroxy - 2- butanon	17,27
14	hexan-1-ol	18,72
15	E - 3 - hexenol	19,07
16	Nonanal	19,81
17	Oktan - 2-ol	20,43
18	Ethyl-oktanoát	20,75
19	Fenylmethanal	23,47
20	Ethyl-dekanoát	25,73

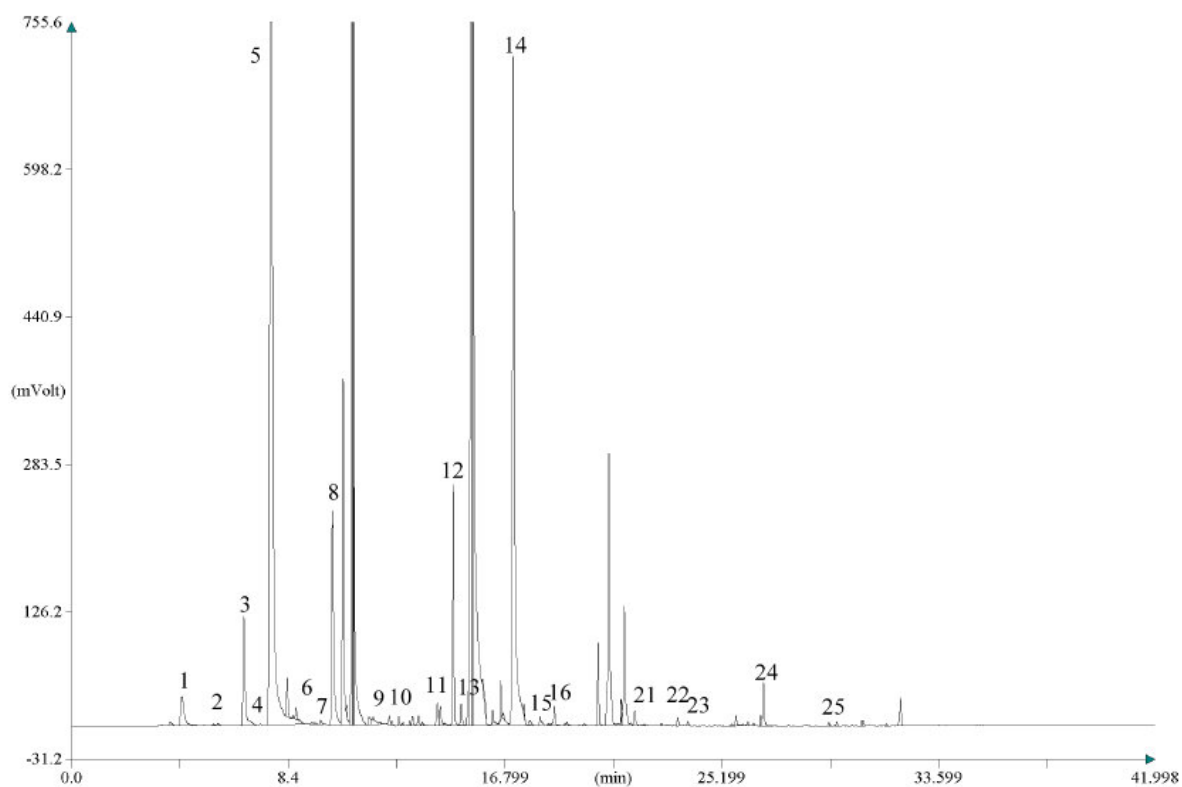
PRÍLOHA 4: Chromatogram aromatických látok v odrode Pavlovský



Chromatogram aromatických látok v odrode Pavlovský – legenda

	Látka	Rč [min]
1	Ethanal	4,27
2	Ethyl-ethanoát	6,67
3	Methanol	6,93
4	Ethanol	7,71
5	Ethyl-butanoát	10,18
6	Butyl-ethanoát	11,25
7	Heptanal	14,08
8	Oktanal	16,99
9	3-hydroxy-2-butanon	17,27
10	Nonan-2-ol	22,93
11	Fenylmethanal	23,47

PRÍLOHA 5: Chromatogram aromatických látok v odrode Trofinovsky

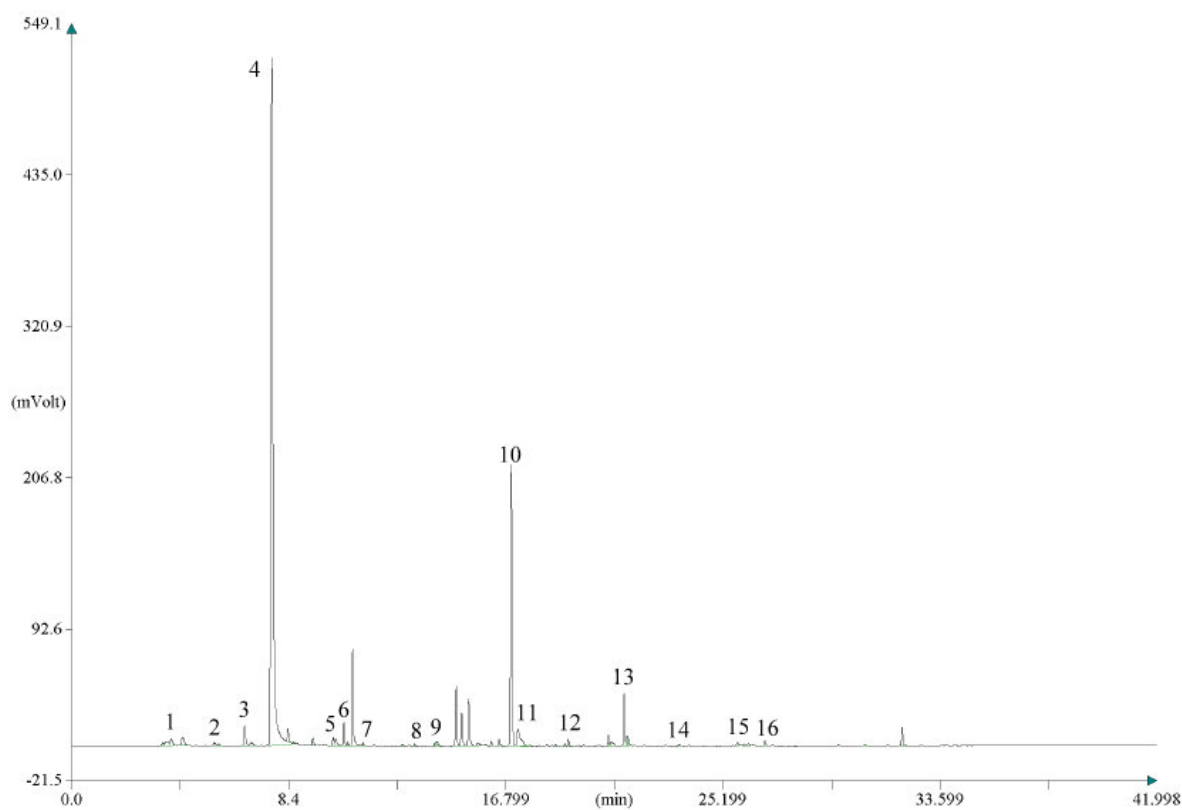


Chromatogram aromatických látok v odrode Trofinovsky – legenda

	Látka	Rč [min]
1	Ethanal	4,28
2	Methyl-ethanoát	5,68
3	Ethyl-ethanoát	6,67
4	Methanol	6,94
5	Ethanol	7,74
6	Propyl-ethanoát	8,57
7	Methylisobuthyl ketón	9,43
8	Ethylbutanát	10,11
9	Butyl-ethanoát	11,25
10	Pentan-2-ol	12,46
11	Butanol	13,32
12	Heptanal	14,06

13	3-methylbutan-1-ol	14,88
14	Oktanal	17,04
15	3-hydroxy-2-butanon	17,26
16	Heptan-2-ol	17,72
17	Hexan-1-ol	18,72
18	E-3-hexonol	19,07
19	Nonanal	19,83
20	Ethyl-oktanoát	20,83
21	Oktan-2-ol	21,54
22	Fenylmethanal	23,48
23	Oktan-1-ol	23,87
24	Ethyl-dekanoát	25,73
25	tridekan-2-on	29,66

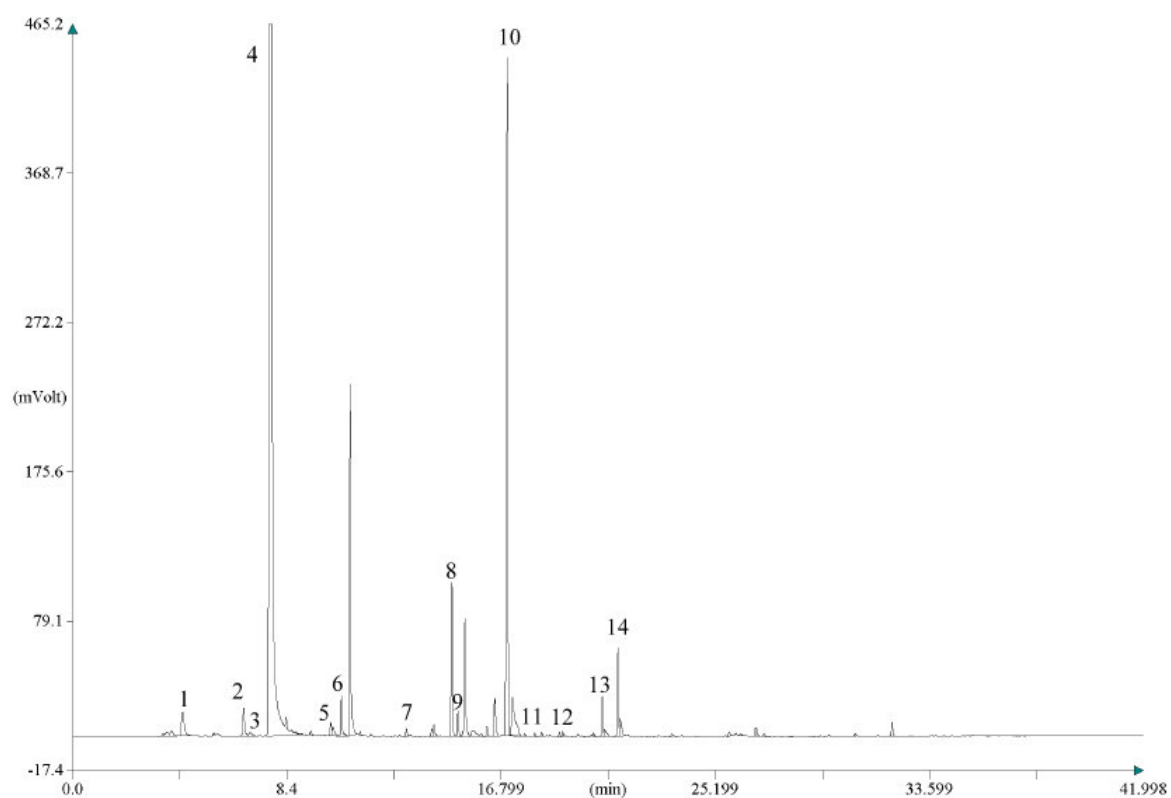
PRÍLOHA 6: Chromatogram aromatických látok v odrode Peterbursky



Chromatogram aromatických látok v odrode Peterbursky – legenda

	Látka	Rč [min]
1	Ethanal	4,28
2	Ethyl-ethanoát	6,68
3	Methanol	6,94
4	Ethanol	7,73
5	Ethyl-butanoát	10,11
6	N-propanol	10,20
7	Butyl-ethanoát	11,25
8	Heptanal	14,10
9	Pentan-1-ol	14,85
10	Oktanal	17,02
11	3-hydroxy-2-butanon	17,24
12	Hexan-1-ol	18,71
13	E-3-hexanol	19,08
14	Ethyl-oktanoát	20,87
15	Fenylmethanal	23,48
16	Ethyl-dekanoát	25,75

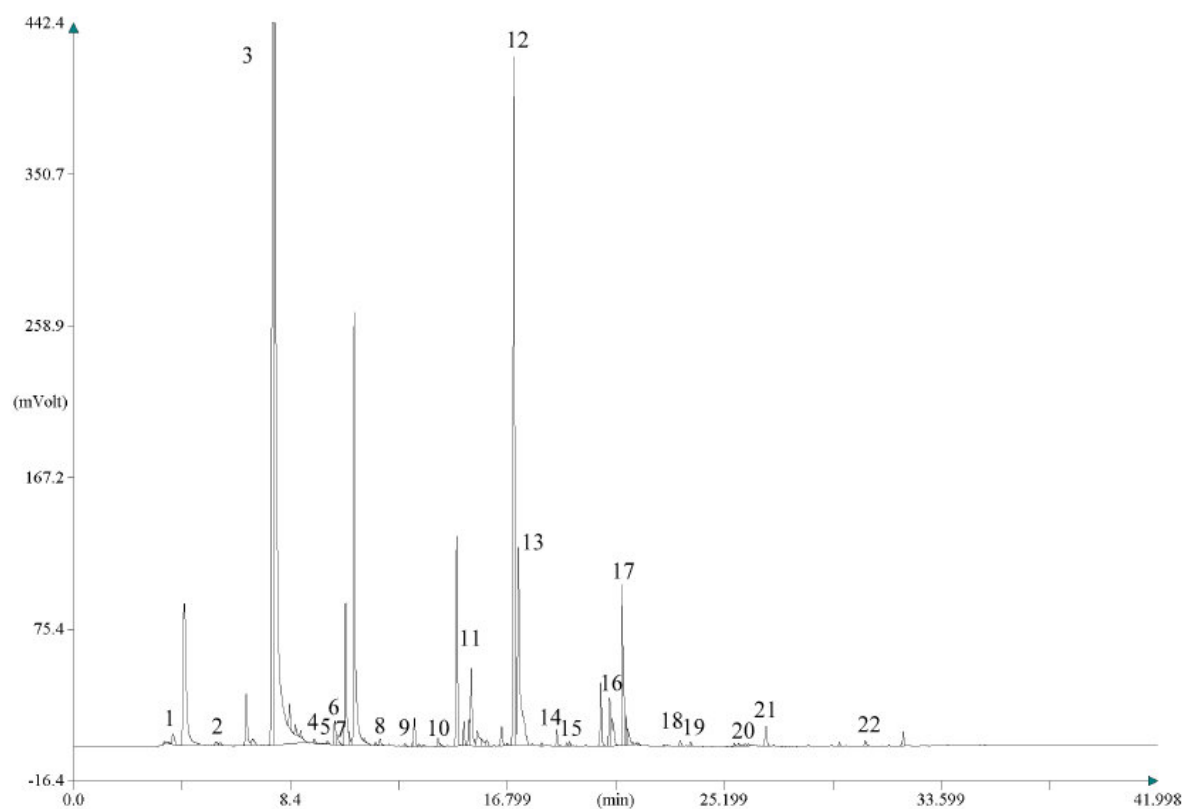
PRÍLOHA 7: Chromatogram aromatických látok v odrode Leicora



Chromatogram aromatických látok v odrode Leicora – legenda

	Látka	Rč [min]
1	Ethanal	4,28
2	Ethyl-ethanoát	6,68
3	Methanol	6,96
4	Ethanol	7,74
5	Ethylbutanolát	10,10
6	N-propanol	10,20
7	Butyl-ethanoát	11,25
8	Heptanal	14,05
9	3-methylbutan-1-ol	14,85
10	Oktanal	17,02
11	heptan-2-ol	17,70
12	E-3-hexanol	19,07
13	Ethylloktanólát	20,86
14	Fenylmethanal	23,48

PRÍLOHA 8: Chromatogram aromatických látok v odrode Vitaminová

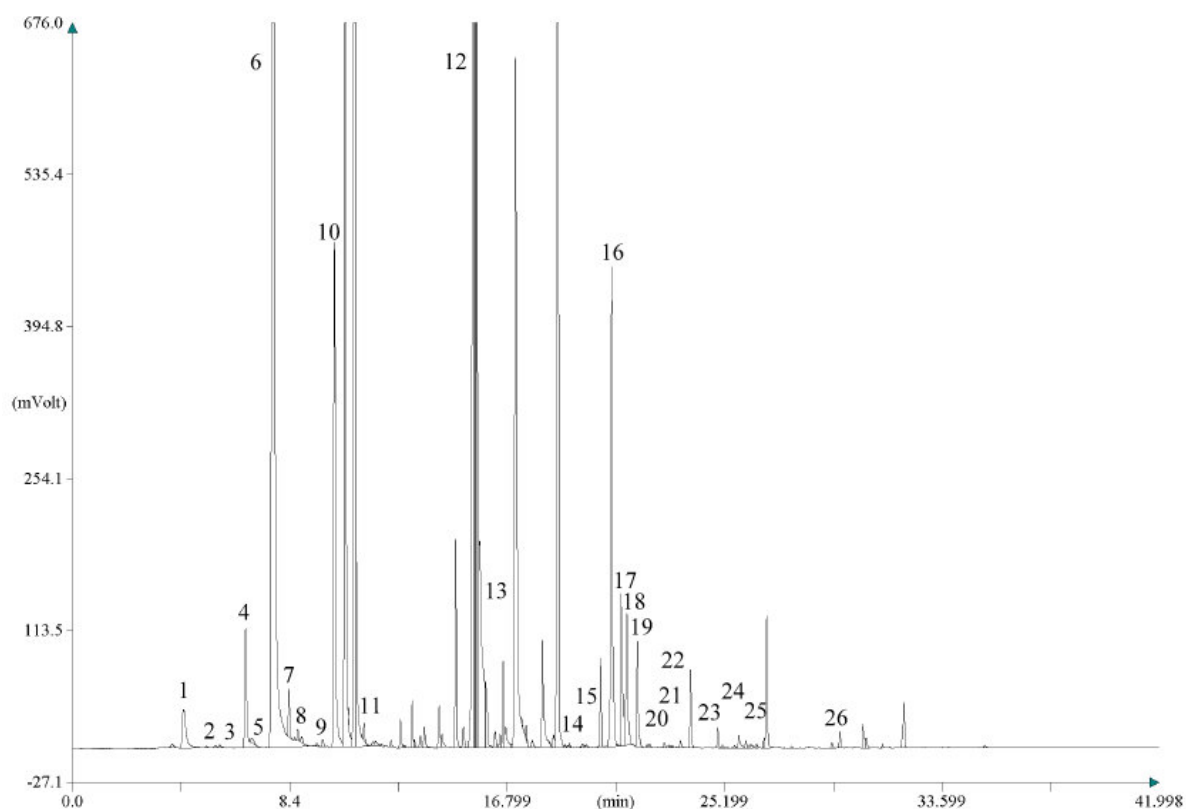


Chromatogram aromatických látok v odrode Vitaminová – legenda

	Látka	Rč [min]
1	Ethanal	4,28
2	Ethyl-ethanoát	6,68
3	Ethanol	7,75
4	Propyl-ethanoát	8,59
5	Pentanal	8,80
6	Ethyl-butanoát	10,11
7	N-propanol	10,21
8	Butyl-ethanoát	11,26
9	2-methylpropan-1-ol	11,70
10	Heptanal	14,10

11	E-2-hexanal	15,32
12	Oktanal	17,05
13	3-hydroxy-2-butanon	17,23
14	Hexan-1-ol	18,72
15	Oktan-2-ol	20,43
16	Ethyl-oktanoát	20,87
17	Kyselina ethanová	21,30
18	Fenylmethanal	23,49
19	Oktan-1-ol	23,89
20	Kyselina butanová	25,60
21	Ethyl-dekanoát	25,75
22	tridekan-2-on	29,66

PRÍLOHA 9: Chromatogram aromatických látok v odrode Slniečko

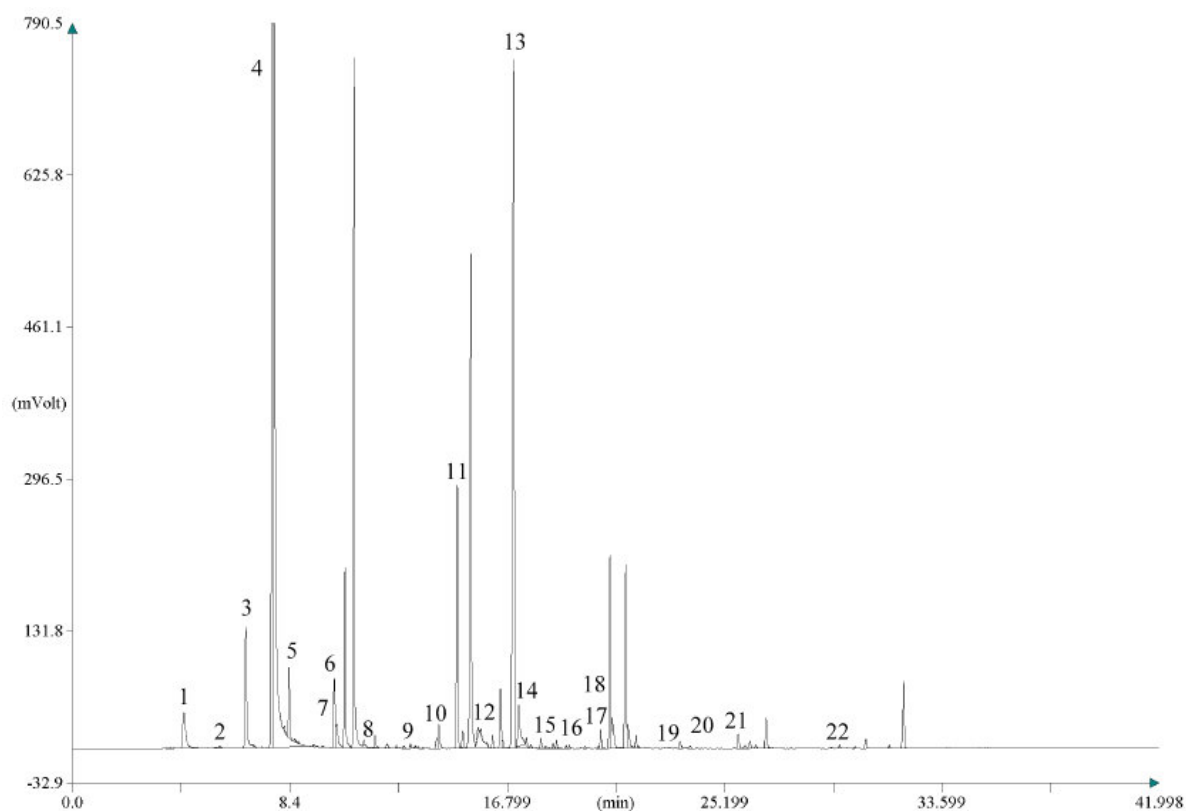


Chromatogram aromatických látok v odrode Slniečko – legenda

	Látka	Rč [min]
1	Ethanal	4,29
2	Propanal	5,17
3	Methyl-ethanoát	5,69
4	Ethyl-ethanoát	6,68
5	Methanol	6,94
6	Ethanol	7,74
7	Propyl-ethanoát	8,59
8	Pentan-2-on	8,70
9	Methylisobuthyl ketón	9,66
10	Ethyl-butanoát	10,55
11	Butyl-ethanoát	11,62
12	2-methylpropan-1-ol	11,93
13	3-hydroxy-2-butanon	15,58

14	Heptan-2-ol	18,41
15	Hexan-1-ol	19,52
16	Nonanal	20,84
17	Oktan-2-ol	21,21
18	Ethyl-oktanoát	21,43
19	Kyselina ethanová	21,83
20	Nonan-2-ol	23,23
21	Kyselina propionavá	23,88
22	Fenylmethanal	24,93
23	Oktan-1-ol	
24	Udekan-2-on	25,60
25	Ethyl-dekanoát	26,16
26	Tridekan-2-on	30,67

PRÍLOHA 10: Chromatogram aromatických látok v odrode Ljubitelna

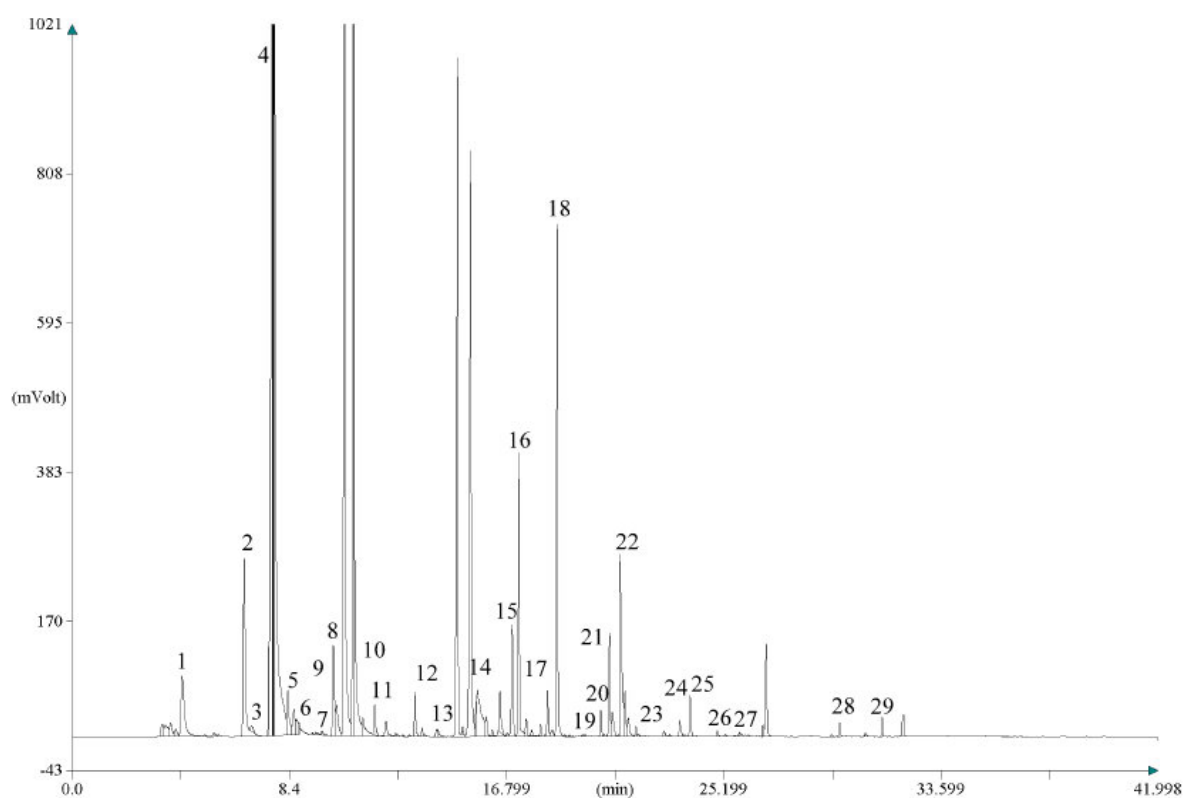


Chromatogram aromatických látok v odrode Ljubitelna – legenda

	Látka	R _č [min]
1	Ethanal	4,31
2	Methyl-ethanoát	5,70
3	Ethyl-ethanoát	6,70
4	Ethanol	7,75
5	Propyl-ethanoát	8,60
6	Ethyl-butanoát	10,12
7	N-propanol	10,21
8	Butyl-ethanoát	11,27
9	Butanol	13,36
10	Heptanal	14,13

11	3-methylbutan-1-ol	14,87
12	Pentan-1-ol	16,01
13	Oktanal	17,06
14	3-hydroxy-2-butanon	17,25
15	Hexan-1-ol	18,72
16	E-3-hexanol	19,08
17	Oktan-2-ol	20,42
18	Ethyl-oktanoát	20,87
19	Fenylmethanal	23,48
20	Oktan-1-ol	23,86
21	Ethyl-dekanoát	25,73
22	Tridekan-2-on	29,65

PRÍLOHA 11: Chromatogram aromatických látok v odrode Krásna



Chromatogram aromatických látok v odrode Krásna – legenda

	Látka	Rč [min]
1	Ethanal	4,30
2	Ethyl-ethanoát	6,67
3	Methanol	6,93
4	Etanol	7,79
5	Propyl-ethanoát	8,59
6	Pentanal	8,76
7	Methylisobuthyl keton	9,44
8	Ethyl-butanoát	10,12
9	N-propanol	10,23
10	Butyl-ethanoát	11,26
11	2-methylpropan-1-ol	11,71
12	Heptanal	14,13
13	3-methylbutan-1-ol	14,89

14	Pentan-1-ol	16,00
15	Oktanal	17,04
16	3-hydroxy-2-butanon	17,25
17	Heptan-2-ol	17,76
18	Hexan-1-ol	18,75
19	Nonanal	19,84
20	Oktan-2-ol	20,43
21	Ethyl-oktanoát	20,87
22	Kyselina ethanová	21,18
23	Nonan-2-ol	22,88
24	Linalool	23,50
25	Oktan-1-ol	23,89
26	Undekan-2-on	24,95
27	Ethyl-dekanoát	25,75
28	Tridekan-2-on	29,67
29	Benzylalkohol	31,31

PRÍLOHA 12: Vzorky odrody Aromat



PRÍLOHA 13: Vzorky odrody Pavlovský



PRÍLOHA 14: Vzorky odrody Vitaminová



PRÍLOHA 15: Vzorky odrody Krásna

